



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AVENIDA ESCALÓN 3



# **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

## **CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

### **DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AVENIDA ESCALÓN 3**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

##### **AUTORES:**

**EDISON SANTIAGO GAVILANES BAYAS**

**JOHAN SANTIAGO IZQUIERDO CONDOY**

**CARLOS GABRIEL PILLAJO LÓPEZ**

**PABLO GUILLERMO VALLEJO VEGA**

**DIRECTOR: ING. JOSÉ SALVADOR UZCÁTEGUI**

**Quito, Julio de 2011**



## **DECLARACIÓN.**

Nosotros, Edison Santiago Gavilanes Bayas, Johan Santiago Izquierdo Condoy, Carlos Gabriel Pillajo López y Pablo Guillermo Vallejo Vega, declaramos que el trabajo aquí desarrollado es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Politécnica Salesiana, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por las normas institucionales vigentes.

Edison Santiago Gavilanes Bayas.

Johan Santiago Izquierdo Condoy.

Carlos Gabriel Pillajo López.

Pablo Guillermo Vallejo Vega.



## **CERTIFICADO.**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edison Santiago Gavilanes Bayas, Johan Santiago Izquierdo Condoy, Carlos Gabriel Pillajo López y Pablo Guillermo Vallejo Vega, bajo mi supervisión y que cumple condiciones básicas de un Proyecto de Ingeniería Civil.

Ing. José Salvador Uzcátegui.

DIRECTOR DE TESIS.



## **AGRADECIMIENTO.**

A mis padres Washington y Carmen que con su amor, tenacidad, confianza y apoyo supieron guiarme en el camino de mi formación como un ser integral y útil para la sociedad; a mi esposa Andrea por su paciencia y apoyo incondicional en los momentos difíciles ya que no dejo que decayera en mis aspiraciones a lo largo de la carrera universitaria; a mis hermanos Erick y David que siempre estuvieron allí para darme una palabra de aliento y apoyo; al Ing. Leonardo Tupiza por compartir su experiencia y conocimiento de una manera desinteresada, con la mayor buena voluntad; al Ing. Iván Calero por el respaldo dado en la carrera y a los Docentes que a lo largo de mi paso por la Universidad contribuyeron con un granito de arena en mi formación y preparación.

Edison Santiago.





## **AGRADECIMIENTO.**

A la Universidad Politécnica Salesiana, a los profesores de la Escuela de Ingeniería Civil, y de una manera muy especial a los profesores: Ing. Iván Calero Director de Carrera de Ingeniería Civil, Ing. Tupiza y demás docentes involucrados en el desarrollo de esta tesis; y un reconocido agradecimiento a la Administración Zonal Quitumbe del Distrito Metropolitano de Quito, especialmente al Ing. Espín por su apoyo brindado en el desarrollo de esta tesis.

Johan Santiago Izquierdo Condoy.



## **AGRADECIMIENTO.**

A mis padres Luis y Fanny los cuales con amor, paciencia, confianza, apoyaron en mi formación como persona y como profesional inculcándome los mejores valores. A mis hermanos Ramiro, Rodrigo, Geovanny, Maggie y Kotty por su apoyo incondicional y siempre brindándome las palabras de apoyo; al Ing. Leonardo Tupiza por encaminarnos de la manera correcta dándonos las pautas para poder culminar exitosamente con el presente trabajo, al Ing. Iván Calero y todos los Docentes por el conocimiento impartido a lo largo de estos últimos seis años, a mis compañeros y amigos muchas gracias a todos los que han colaborado en este sueño GRACIAS.

Pablo Guillermo.



## **DEDICATORIA.**

A mis padres Washington y Carmen; a mi esposa Andrea y a mis hermanos Erick y David, porque esta es la culminación de un sueño que quiero compartirlo con ellos que son las personas que más amo y son los seres más importantes en mi vida.

Edison Santiago.



## DEDICATORIA.

*A Dios, que me iluminó en camino  
a seguir para culminar una etapa  
más de mi vida.*

*A mis padres, hermanos, y a mi  
Novia por su apoyo constantes que  
Permitieron la culminación de  
Este trabajo.*

*Johan Santiago Izquierdo Condoy.*



## **DEDICATORIA.**

A mis padres Luis Vallejo y Fanny Vega por darme la oportunidad de llevar a cabo este paso en mi vida y a mis hermanos Ramiro, Rodrigo, Geovanni, Maggie, Kotty por siempre confiar en mi y siempre apoyarme. A los ingenieros y compañeros por ayudarme a mejorar como profesional y como persona durante estos 6 años de estudio. El camino fue muy difícil pero me queda el orgullo y la satisfacción que cumplimos nuestra meta.

Pablo Guillermo



## ÍNDICE GENERAL.

### Contenido

DECLARACIÓN. ....	II
CERTIFICADO.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	X
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIX
PRESENTACIÓN.....	XXII
CAPITULO 1.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1 TEMA.....	1
1.1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.1.4 OBJETIVOS.....	3
1.2 MARCO TEÓRICO.....	4
1.3 MARCO METODOLÓGICO.....	5
1.4 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....	6
1.4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	7
1.4.2 DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE IMPLANTACIÓN.....	7
1.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES A SERVIR.....	8
CAPITULO 2.....	9
2. ESTUDIO GEOLÓGICO.....	9
2.1 OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	9



2.2	GEOMORFOLOGÍA.....	10
2.3	TECTÓNICA Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA.....	12
2.4	ESTRATIGRAFÍA. ....	12
2.5	RIESGOS NATURALES.....	14
2.5.1	DESGLIZAMIENTOS. ....	14
2.5.2	RIESGO VOLCÁNICO. ....	14
2.5.3	RIESGO SÍSMICO. ....	17
2.6	RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO REALIZADO.....	18
2.6.1	LIMITES DE ATTERBERG.....	18
2.6.1.1	Límite Líquido. L.L.....	18
2.6.1.2	Límite Plástico. L.P.....	18
2.6.1.3	Límite de Retracción. L.R.....	19
2.6.1.4	Índice de Plasticidad. I.P.....	19
2.6.2	CLASIFICACIÓN ASSHTO. ....	19
2.7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21
CAPÍTULO 3. ....		22
3.	ESTUDIO DE TRÁFICO. ....	22
3.1	ANTECEDENTES. ....	22
3.2	OBJETIVOS.....	23
3.2.1	OBJETIVO GENERAL.....	23
3.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
3.3	UBICACIÓN. ....	23
3.4	ELEMENTOS DEL TRÁFICO.....	24
3.5	CONTEOS VOLUMÉTRICOS DE TRÁFICO.....	27
3.6	PRONÓSTICOS DE TRÁFICO. ....	28
3.6.1	TRÁFICO FUTURO. ....	28
3.6.2	TRÁFICO ACTUAL O EXISTENTE. ....	28
3.6.3	TRÁFICO GENERADO. ....	29



3.6.4	TRÁFICO DESARROLLADO.....	29
3.6.5	TRÁFICO DESVIADO.....	29
3.6.6	TRÁFICO INDUCIDO.....	29
3.6.7	CRECIMIENTO NORMAL.....	29
3.7	VOLUMEN DE TRÁFICO.....	30
3.7.1	DETERMINACIÓN DE TRÁFICO LIVIANO.....	30
3.7.2	DETERMINACIÓN DE TRÁFICO PESADO.....	34
3.7.3	VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁFICO.....	35
3.7.4	OBTENCIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL (TA).....	35
3.7.5	DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).....	36
3.7.6	PROYECCIONES DE TRÁFICO.....	37
3.8	ASIGNACIÓN DE TRÁFICO AL PROYECTO.....	47
3.9	CLASIFICACIÓN DE LA VÍA DE ACUERDO AL TRÁFICO.....	47
3.10	DETERMINACIÓN DE EJES EQUIVALENTES.....	49
3.10.1	DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE EJES DE CARGAS EQUIVALENTES (8.2 TON) PARA PAVIMENTO FLEXIBLE (ESAL's).....	50
3.10.2	DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE EJES DE CARGA EQUIVALENTES (8.2 TON) PARA PAVIMENTO RÍGIDO.....	52
3.11	CONCLUSIONES.....	58
CAPITULO 4.....		59
4.	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	59
4.1	CRITERIOS DE DISEÑO.....	59
4.2	CLASE DE CARRETERA.....	60
4.3	NORMAS DE DISEÑO.....	60
4.4	SECCIONES TÍPICAS ADOPTADAS.....	64
4.5	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	67
4.6	ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL.....	69
4.7	RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE DISEÑO.....	72





4.8	DISEÑO GEOMÉTRICO DE INTERSECCIONES. ....	73
4.9	DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN. ....	79
4.9.1	INTRODUCCIÓN. ....	79
4.9.2	DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRÁNSITO. ....	79
4.9.3	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL. ....	81
4.9.4	SEÑALIZACIÓN VERTICAL. ....	85
4.9.4.1	Señales reglamentarias. ....	86
4.9.4.2	Señales preventivas. ....	88
4.9.4.3	Señales informativas. ....	92
4.10	MOVIMIENTO DE TIERRAS. ....	96
CAPÍTULO 5. ....		107
5.	DISEÑO DE PAVIMENTOS. ....	107
5.1	DESARROLLO DE LA VÍA. ....	107
5.1.1	RECONOCIMIENTO DE CAMPO. ....	107
5.1.2	REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA VÍA. ....	108
5.1.3	ESTUDIO DE LA RUTA. ....	109
5.2	CLIMA Y LLUVIAS. ....	109
5.3	GEOLOGÍA DE LA ZONA. ....	110
5.4	CONDICIONES DE LA SUB-RASANTE E INVESTIGACIÓN DEL SUB-SUELO. ....	110
5.5	FUENTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. ....	112
5.6	METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL DISEÑO. ....	114
5.6.1	METODOLOGÍA PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE. ....	115
5.6.2	METODOLOGÍA PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO. ....	116
5.7	DATOS DE TRÁFICO. ....	117
5.8	DISEÑO DE PAVIMENTOS. ....	120
5.8.1	PARÁMETROS GENERALES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO. ....	121
5.8.2	DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE. ....	128



5.8.2.1	Parámetros que intervienen en el diseño de pavimento flexible. ....	128
5.8.2.2	Determinación del número estructural (SN).....	137
5.8.2.3	Determinación de los espesores de las capas estructurales (D).....	139
5.8.3	PAVIMENTO RÍGIDO.....	152
5.8.3.1	Parámetros que intervienen en el diseño de pavimento rígido. ....	152
5.8.3.2	Determinación del espesor de losa.....	161
5.8.3.3	Diseño de Juntas.....	168
5.8.3.3.1	Tipos de juntas. ....	168
5.8.3.3.2	Espaciamiento entre juntas. ....	169
5.8.3.3.3	Profundidad inicial de junta. ....	171
5.8.3.3.4	Determinación de las barras de unión. ....	172
5.8.3.3.5	Determinación de las barras pasadoras.....	178
5.8.4	SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA. ....	179
5.8.4.1	Sección Transversal Típica Avenida Escalón 3, Alternativa 1. ....	179
5.8.4.2	Sección Transversal Típica Avenida Escalón 3, Alternativa 2. ....	180
5.9	RECOMENDACIONES. ....	181
CAPITULO 6.	.....	182
6.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.....	182
6.1	GENERALIDADES.....	182
6.2	OBJETIVO.....	182
6.3	INFORMACIÓN UTILIZADA. ....	182
6.4	ESTUDIO HIDROLÓGICO. ....	185
6.4.1	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO.....	185
6.4.2	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	186
6.4.3	PERIODO DE RETORNO.....	187
6.4.4	TIEMPO DE DURACIÓN.....	188
6.4.5	INTENSIDAD MÁXIMA DE LLUVIA.....	188
6.4.6	ÁREAS DE APORTACIÓN. ....	189
6.5	DRENAJE MENOR. ....	189



6.5.1	DISEÑO DE CUNETAS.....	191
6.5.1.1	Cálculo de Caudal.....	196
6.5.1.2	Datos de tramo donde existe la primera manzana consolidada.....	197
6.5.1.2.1	Lado Izquierdo.....	197
6.5.1.2.2	Lado Derecho.....	201
6.5.2	DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL (CANALES CERRADOS).....	203
6.5.2.1	Calculo de caudales.....	204
6.5.2.2	Caudal interceptado.....	205
6.5.3	DISEÑO DE SUMIDEROS.....	205
6.5.3.1	Diseño de sumideros.....	211
6.5.3.1.1	Reja Tipo Cuneta.....	211
6.5.4	DISEÑO DE ALCANTARILLAS.....	217
6.5.4.1	Concepto.....	217
6.5.4.2	Dimensiones mínimas de alcantarillas.....	218
6.5.4.3	Tipología de alcantarillas.....	219
6.5.4.4	Diseño de alcantarillas.....	220
6.5.4.4.1	Caso Particular.....	220
6.6	CONCLUSIONES.....	222
CAPÍTULO 7.....		223
7.	DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	223
7.1	ANTECEDENTES.....	223
7.2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	224
7.3	DELIMITACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LA ZONA DE INFLUENCIA AMBIENTAL.....	224
7.3.1	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA AMBIENTAL (AIDA).....	225
7.3.2	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA.....	226
7.4	LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE.....	226
7.4.1	CARACTERIZACIÓN FÍSICA.....	226
7.4.1.1	Geología y morfología.....	226
7.4.1.2	Clima.....	227



7.4.1.3	Precipitación.....	229
7.4.1.4	Humedad relativa.....	229
7.4.1.5	Nubosidad. ....	230
7.4.1.6	Vientos.....	231
7.4.1.7	Evaporación.....	233
7.4.2	CARACTERIZACIÓN BIÓTICA. ....	234
7.4.2.1	Flora y vegetación. ....	234
7.4.3	CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y DEMOGRÁFICA.....	235
7.4.4	CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL.....	236
7.5	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	246
7.5.1	MANUAL GENERAL DE PROCEDIMIENTO AMBIENTAL.....	246
7.5.2	MEDIDA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE. ....	246
7.5.3	MEDIDA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUELO. ....	247
7.5.4	MANEJO DE EXCEDENTES DE MATERIALES PRODUCTO DEL DESMANTELAMIENTO DE CAMPAMENTOS. ....	248
7.5.5	MEDIDA DE REVEGETACIÓN Y RECUPERACIÓN PAISAJÍSTICA. ....	248
7.5.6	MEDIDA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	248
7.5.7	MEDIDA DE COMUNICACIÓN A LA POBLACIÓN.....	249
7.5.8	MEDIDA DE PROTECCIÓN A LA COMUNIDAD. ....	249
CAPITULO 8. ....		250
8.	PRESUPUESTO. ....	250
8.1	PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. ....	250
8.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO VIAL. ....	250
8.3	PRESUPUESTOS Y CRONOGRAMAS.....	252
CAPITULO 9. ....		259
9.	ANÁLISIS FINANCIERO.....	259
9.1	INTRODUCCIÓN.....	259
9.2	COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR. ....	260



9.2.1	CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA. ....	261
9.2.2	VEHÍCULOS TIPO (CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y OPERATIVAS). ....	263
9.2.3	COSTOS DE INSUMOS VEHICULARES.....	264
9.3	COSTOS DE OPERACIÓN. ....	266
9.4	CONCLUSIONES. ....	272
9.5	RECOMENDACIONES. ....	272
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....		273
ANEXOS. ....		277
ANEXO 2.1. Mapa Geológico de la Zona del Proyecto. ....		278
ANEXO 2.2. Ensayos realizados en Campo y Laboratorio. ....		279
ANEXO 2.3. Hoja de Resumen Clasificación AASHTO. ....		282
ANEXO 2.4. Corte Geotécnico del Proyecto. ....		283
ANEXO 4.1. Archivo de Puntos Topográficos. ....		284
ANEXO 4.2. Detalle de Localización de Curvas de la Avenida Escalón 3. ....		315
ANEXO 5.1. Informes de Granulometrías de material de Minas. ....		326
ANEXO 5.2. Informes de Ensayos de Abrasión de material de Minas.....		332
ANEXO 5.3. Informes de Ensayos de Compactación de material de Minas. ....		335
ANEXO 6.1. Intensidades Máximas Estación Izobamba. ....		338
ANEXO 6.2. Ecuaciones representativas de Estaciones Pluviográficas. ....		339
ANEXO 6.3. Intensidades Máximas en 24 horas. ....		340
ANEXO 6.4. Nomograma de Izzard para cálculo de cuentas o canales triangulares.....		341
ANEXO 7.1. Vista panorámica del tramo inicial del Proyecto Abscisa 0+800.....		342
ANEXO 7.2. Vista panorámica del tramo final del Proyecto Abscisa 3+950. ....		342
ANEXO 7.3. Fichas de Afectaciones a Predios por la implementación de la Avenida Escalón 3. ....		343
ANEXO 9.1. Vehicle Operating Costs Model, Chevrolet Aveo, Situación Sin Proyecto. ....		368



ANEXO 9.2. Vehicle Operating Costs Model, Chevrolet Aveo, Situación Con Proyecto. ....	370
ANEXO 9.3. Vehicle Operating Costs Model, Chevrolet Luv D-max, Situación Sin Proyecto. .....	372
ANEXO 9.4. Vehicle Operating Costs Model, Chevrolet Luv D-max, Situación Con Proyecto. .....	374
ANEXO 9.5. Vehicle Operating Costs Model, Hino FG Bus, Situación Sin Proyecto. ....	376
ANEXO 9.6. Vehicle Operating Costs Model, Hino FG Bus, Situación Con Proyecto. ....	378
ANEXO 9.7. Vehicle Operating Costs Model, Hino GH (2D), Situación Sin Proyecto. ....	380
ANEXO 9.8. Vehicle Operating Costs Model, Hino GH (2D), Situación Con Proyecto. ....	382
ANEXO 9.9. Vehicle Operating Costs Model, Mack GU (3A), Situación Sin Proyecto. ....	384
ANEXO 9.10. Vehicle Operating Costs Model, Mack GU (3A), Situación Con Proyecto. ...	386
ANEXO 9.11. Vehicle Operating Costs Model, Mack GU (T3-S2), Situación Sin Proyecto.	388
ANEXO 9.12. Vehicle Operating Costs Model, Mack GU(T3-S2), Situación Con Proyecto. .....	390



## RESUMEN EJECUTIVO.

El presente trabajo de titulación tiene como tema “Diseño Vial Definitivo de la Avenida Escalón 3”. En este trabajo se ha realizado un diseño acorde a la necesidades de la población a servir, características físicas del lugar de implantación y obedeciendo la normativa pertinente para el caso.

En el desarrollo se ha realizado inicialmente un Estudio Geotécnico en donde se pudo conocer las características mecánicas y tipo de suelo que existe en el proyecto, datos los cuales son la entrada para el diseño de la estructura de pavimentos.

Otra variable necesaria se la determina en el Estudio de Tráfico en donde en primer instancia se realiza el conteo de tráfico, luego se clasifica los tipos y porcentajes de vehículos que pasan por la vía, para después de esto definir el valor numérico de Ejes Equivalentes o también conocidos como ESAL's, valores con los cuales se puede definir la geometría de la vía y también es un parámetro de entrada para el diseño de la estructura del pavimento.

En el capítulo de Diseño Geométrico, se definió la vía con todas sus medidas, se determinó el ancho de calzada, parterres y aceras; también se consideran radios de curvatura mínimos tanto en el perfil longitudinal como en el transversal. Para la Avenida Escalón 3 se ha definido un ancho variable de vía de la abscisa 0+000 a la 0+500, de la abscisa 0+500 a la 1+250 con un ancho de vía de 18.60 m y de la abscisa 1+250 a 4+550 tiene un ancho de vía de 20.40 m. Cabe mencionar que de la abscisa 0+000 a la 1+250 la vía está compuesta de calzada y aceras; mientras que de la abscisa 1+250 a la 4+550 la vía consta de calzada, aceras y parterre central.

En el capítulo de Diseño de Pavimentos mediante las variables obtenidas en los capítulos anteriores y siguiendo el Método AASHTO se determinó la estructura del pavimento con las condiciones de suelo dadas y con las características de los materiales obtenidas en los estudios de laboratorio; se realizó el diseño de estructura de pavimento para Pavimento Flexible con y sin geomalla y para Pavimento Rígido.



Ya conocidos el diseño geométrico y la estructura del pavimento se procedió a la obtención de obras de drenaje del proyecto, en donde en base a un estudio Hidrológico, se estimó los caudales, valor con el que se pudo determinar de cunetas, alcantarillas y sumideros.

Finalizados los capítulos de diseño de obras de construcción del proyecto se procedió a reconocer y minimizar los posibles impactos ambientales que las actividades relacionadas a la ejecución de estas obras pueden ocasionar en el ambiente. Para el caso se realizó el levantamiento de la línea base, en donde se toma en cuenta todos los parámetros ambientales que pueden afectarse a futuro. Conocidos los impactos ambientales que el proyecto produce y sus magnitudes, se realizó el Plan de Manejo Ambiental en donde se presenta recomendaciones para minimizar y contrarrestar los mencionados impactos ambientales.

Por razones técnico-económicas se ha considerado obtener el presupuesto para 2 alternativas en concreto, en donde principalmente se tomó en cuenta la funcionalidad del proyecto para esta toma de decisión. Las alternativas propuestas son las siguientes:

Alternativa 1: Pavimento Flexible de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+250 y Pavimento Flexible con Geomalla de la abscisa 1+250 hasta la abscisa 4+550.

Alternativa 2: Pavimento Flexible con Geomalla de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+250 y Pavimento Rígido de la abscisa 1+250 hasta la abscisa 4+550.

Para finalizar se realizó el Análisis Financiero del Proyecto, en donde al tratarse de un proyecto municipal por cuanto el mismo no tiene ingresos directos, se consideró realizar este análisis a través del ahorro del costo de operación vehicular de los usuarios viales. En donde se analizó las características de la vía, se definió los vehículos más representativos que circulan por la vía y el costo de los insumos vehiculares.





Por tanto se puede decir que el presente trabajo está sustentado en mecanismos, procedimiento y teorías conocidas y aceptadas en normativa nacional y extranjera de la Ingeniería Civil.



## **PRESENTACIÓN.**

Gracias al convenio realizado por la Universidad Politécnica y el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito Administración Zona Quitumbe, se confió a nosotros estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, el desarrollo del Diseño Vial de la Avenida Escalón 3, proyecto que es parte del PLAN MACRO VIAL TURUBAMBA, el mismo que se implementará en el sur de la ciudad.

El presente proyecto se ha realizado en base a las diferentes causas sociales y ambientales del sector Sur de la Ciudad de Quito, ya que se ha considerado como principal prioridad la comodidad de los usuarios viales.

En el inicio del Proyecto se consideró obtener información básica altamente confiable, emitida por entidades generadoras de conocimiento, Empresas Públicas y Privadas respetadas en cada campo.

En el Estudio Geotécnico se obtuvo las características mecánicas de los materiales a utilizarse; el análisis de tráfico se procesó por las Normas dadas por la AASHTO en donde se consideró para Pavimento Flexible y Rígido.

El Diseño Geométrico de la vía se basó principalmente en Normativa del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador; mientras que para el diseño de Señalización se consideró Normativa Ecuatoriana y Colombiana.

Para determinar el paquete estructural del pavimento se lo estableció con la metodología AASHTO, para lo cual son necesarias las variables obtenidas en los estudios Geotécnico y de Tráfico; en donde se diferenció el diseño para Pavimento Flexible y para Pavimento Rígido.

En cuanto al drenaje de la vía se realizó el diseño de cunetas, alcantarillado y sumideros con normativa de la Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito; y basándose en información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).



Para la evaluación de impactos ambientales se estimó principalmente las afectaciones sociales y los impactos al ecosistema por la implementación de la vía; y desde este punto recomendar un Plan de Manejo Ambiental.

Y finalizando con el Análisis Financiero, el mismo que se basó en el Programa del Banco Mundial denominado Model Vehicle Operating Costs (VOC) estimando el costo de operación vehicular con y sin la implementación del Proyecto, en donde se obtiene un ahorro para los usuarios viales a través del tiempo.



## **CAPITULO 1.**

### **1. GENERALIDADES.**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

##### **1.1.1 TEMA.**

“Diseño Vial Definitivo de la Avenida Escalón 3”.

##### **1.1.2 ANTECEDENTES.**

Desde que existe civilización los caminos han sido las principales vías de comunicación en todo el mundo, podemos pasar a través de cientos de civilizaciones e imperios que perduraron en gran parte por la ayuda de vías, que en muchos casos perduran hasta nuestros días como es el caso de la vía Apia de los Romanos y el Camino de los Incas del imperio Inca.

En todo el mundo la vialidad juega un papel preponderante en el desarrollo de la economía, ya que por estas podemos transportarnos y transportar productos y servicios de una manera eficiente.

Las redes viales internas de grandes ciudades como es el caso de la ciudad de Quito, deben ser geométricamente adecuadas para abastecer satisfactoriamente la demanda vehicular y el tránsito seguro de peatones.

En el Distrito Metropolitano de Quito existen algunos inconvenientes que no permiten que estas condiciones se cumplan al 100%.

El constante crecimiento del parque automotor, la falta de vías transversales de gran capacidad y la topografía peculiar de nuestra ciudad son algunos de los factores fundamentales del colapso del tráfico vehicular en las principales vías de la ciudad.



En el sur de la ciudad, al ser la principal puerta de entrada de Quito, es necesario disponer de vías transversales adecuadas que se conecten con las vías periféricas de la ciudad, las cuales sean capaces de disminuir el congestionamiento en las zonas céntricas de la ciudad al desviar los automotores que se encuentren de paso.

Es por esto que el gobierno municipal del Distrito Metropolitano de Quito, ha propuesto un plan que lleva el nombre de PLAN MACRO VIAL TURUBAMBA, el cual está compuesto de tres vías principales que fueron nombradas como: Avenida Escalón 1, Avenida Escalón 2, Avenida Escalón 3.

El motivo del presente trabajo de tesis es el desarrollo de la Avenida Escalón 3, la cual conecta la Nueva Vía Occidental con la Avenida Simón Bolívar pasando por los barrios Héroes de Paquisha – Primavera del Sur – Matilde Álvarez – San Juan de Turubamba – Eternit – San José de Turubamba – Vigilantes de Quito.

En la visita realizada en sitio para el reconocimiento del mismo, se nos informó que para el Escalón 3 existen estudios de trazado vial realizados en el año 1992, los cuales presentan una topografía que no coincide con la que tenemos actualmente, por ende es necesario realizarla nuevamente y además adjuntar el trazado vial.

### **1.1.3 JUSTIFICACIÓN.**

Los principales factores que justifican la realización de este proyecto son:

**Evolución:** por el acelerado desarrollo de las grandes ciudades en todas las latitudes del planeta tanto en comercio, transporte, infraestructura, etc. Los sistemas de comunicación deben desarrollarse a la par de estos, tal es el caso que las carreteras como principal vía de comunicación deben ir tomando forma de acuerdo a las necesidades de la sociedad. Quito como una ciudad grande e importante no puede quedar relegado de dicho desarrollo.

**Cooperación:** el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y la Universidad Politécnica Salesiana se han preocupado de mitigar el problema de vialidad de la ciudad; desarrollando los



estudios para estos proyectos viales que contribuyan a disminuir el congestionamiento vehicular en la ciudad; tal es el caso del presente trabajo de tesis.

Factibilidad: el presente al ser un proyecto que beneficiará en varios aspectos a la ciudad tanto en lo ambiental, social, económico e industrial; es altamente probable que este se ejecute.

Económico: en proyectos de gran magnitud como el presente el factor económico es un punto a analizar muy detenidamente, ya que como todo proyecto de ingeniería este debe ser técnica y económicamente sustentable; es por eso que para el presente proyecto se realizará dos tipos de estructura en las cuales consideramos al pavimento flexible y al pavimento rígido, los cuales presenta ventajas en lo que se refiere a costos, basándose en los criterios a utilizarse y su técnica es ampliamente conocida en nuestro medio.

Social: el presente proyecto está encaminado al desarrollo social de la población del Sur de Quito, puesto que actualmente el congestionamiento vehicular es uno de los problemas más graves de nuestra urbe.

#### **1.1.4 OBJETIVOS.**

##### **OBJETIVO GENERAL:**

- Realizar el análisis y diseño vial de la Avenida Escalón 3, considerando las normas del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) y del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, para obtener un diseño óptimo técnica y económicamente.

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Realizar el correcto desenvolvimiento del proyecto basado en técnica y normas utilizadas por diversas instituciones calificadas en la urbe quiteña.



- Describir cada uno de los estudios preliminares: topográfico, geológico, geotécnico, Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), etc.
- Definir cargas de diseño basados en el estudio TPDA.
- Determinar los espesores de las capas de base, sub- base y capa de rodadura, aplicando métodos aceptados por la Ingeniería Civil.
- Analizar los diversos impactos posibles, sean sociales, ambientales y económicos para el correcto desarrollo de dicho proyecto.
- Verificar económicamente las cualidades del Proyecto.

## 1.2 MARCO TEÓRICO.

Las vías desempeñan una función importante en el desarrollo social de una región, el correcto desempeño de las mismas está limitado a ciertos factores como: el mantenimiento técnicamente ejecutado, costos de construcción y costos reconstrucción.

Para un correcto diseño geométrico y estructural de vías en el Ecuador, se tiene que aplicar los manuales y normas que tiene en vigencia el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, además de ordenanzas municipales del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y en casos que lo ameriten nos apoyaremos bibliográficamente en Normativa extranjera y en publicaciones pertinentes al caso de diversos autores.

Para la realización del presente proyecto será necesario obtener cierta información tal como:

- Información existente acerca del proyecto.
- Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MTOP-001-F-2002.
- Manual de Diseño geométrico de carreteras MTOP-2003.



- Cartas topográficas.
- Cartas de uso y tipo de suelo.
- Información hidrológica del área del proyecto.

En un proyecto vial, en fase de diseño, la parte más importante es el diseño geométrico, ya que este debe cumplir especificaciones de seguridad, comodidad, estética, entre otras.

### 1.3 MARCO METODOLÓGICO.

Los cálculos del presente trabajo de tesis se realizarán con metodologías aceptadas por la ingeniería civil, con los cuales obtendremos respuestas aceptadas y acertadas en nuestro campo de investigación.

Todos los estudios que se van a realizar para el presente proyecto, necesitaran obtener información relevante y fidedigna de fuentes confiables, para interpretar y aplicar de forma correcta la teoría.

Los estudios descritos anteriormente permitirán establecer un contacto directo con la realidad del proyecto a fin de conocerlo mejor.

La metodología propuesta para el presente trabajo se basa en diferentes métodos de investigación, con los cuales se busca recopilar y analizar datos sobre las variables que afectan al diseño geométrico de la vía y se apreciará el significado teórico de los resultados y observaciones obtenidas en campo.

A continuación describiremos algunos de los métodos que se utilizarán:

#### **Método Descriptivo.**

Con éste método podremos describir los hechos tal como son observados, así como también definir las características que se deseen saber acerca de cada componente del proyecto.





### **Método Explicativo.**

Con la ayuda de éste método encontraremos las razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos que afectan el correcto desarrollo de variables necesarias para el proyecto.

### **Método Analítico.**

Éste método implica el análisis, esto es la separación de un todo en sus partes o en sus elementos constitutivos. En éste caso se puede referir a los resultados obtenidos en los estudios de campo y de laboratorio que mediante el análisis nos permitirá conocer más del lugar de estudio, con lo cual se obtendrá un correcto diseño de vía.

### **Método Sintético.**

Mediante éste método extraeremos leyes generalizadoras, es decir, si lo analítico es el proceso derivado del conocimiento a partir de las leyes. La síntesis nos permitirá añadir un nuevo conocimiento que no estaba en los conceptos anteriores, de hecho en éste proyecto se obtendrá un resultado único y original que podrá servir como modelo y consulta para los estudiantes de la Universidad.

Este trabajo va a detallar todo el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta todos los estudios necesarios e indispensables para su correcto desenvolvimiento, para esto se necesitará recurrir a instituciones como el EPMMOP-Q y el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, que van a facilitar los estudios existentes, que sean pertinentes para el desarrollo del presente trabajo.

## **1.4 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.**

En este punto se describirá el proyecto desde tres puntos de vista los mismos que son la Ubicación Geográfica del Proyecto, Descripción del lugar de implantación y Descripción de las poblaciones a servir. Tomando en cuenta estos puntos se tiene información básica de campo para que es necesaria para el inicio de los análisis correspondientes.



### 1.4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.

La Avenida Escalón 3 se encuentra ubicada en la República del Ecuador, en la Provincia de Pichincha, en el Cantón Quito, iniciando en la Parroquia de Guamaní y finalizando en la Parroquia Turubamba.

**Cuadro 1.1. Coordenadas del Proyecto.**

SITIO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m.s.n.m)
Nueva Av. Occidental	493346.888	9962009.944	3169.55
Av. Simón Bolívar	447424.561	9961298.812	3125.75

Fuente: Los Autores.

### 1.4.2 DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE IMPLANTACIÓN.

Para poder iniciar un proyecto de trabajo es necesario conocer los por menores del lugar de implantación, es por esto que se realizó una visita de campo, en la cual se pudo observar que en el lugar de implantación existe un trazado preliminar preexistente en diferentes sitios, ya que se pudo visualizar bordillos de margen derecho e izquierdo desde la abscisa 0+000 a 0+500 y de la abscisa 1+927 a 2+367 se puede visualizar adoquinado.

A la altura de la Avenida Pedro Vicente Maldonado hasta la fábrica Eternit se pudo observar que la vía atravesará por terrenos en los cuales hay presencia de galpones de diferentes empresas, en donde se nos supo informar que dichos propietarios estaban enterados sobre los derechos de vía que afectaban los mencionados predios.

En lo concerniente al resto del trayecto, se pudo observar que el proyecto se implantará en terrenos en donde la vía ya se la ha considerado.



### **1.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES A SERVIR.**

La población a la que servirá la Avenida Escalón 3 será:

- Población aledaña al Proyecto.
- Población de Zonas próximas a la vía.
- Fábricas del Parque Industrial.
- Usuarios que deseen ingresar a perímetro urbano de la entrada Sur de la Ciudad.
- Usuarios que salgan del perímetro urbano del Sur de la Ciudad.

Las poblaciones a las que el Proyecto servirá, usaran la vía principalmente para satisfacer necesidades de desplazamiento, transporte de bienes e insumos; cómo se explica a continuación.

En el sector tenemos principalmente población de clase trabajadora, los cuales tienen sus residencias en el sector y se tiene que satisfacer sus necesidades de desplazamiento; también tenemos población del tipo comerciante los cuales tienen sus negocios y formas de sustento en las zonas aledañas a la vía, a los cuales se les debe facilitar el ingreso y salida de sus productos y bienes.

En cuanto a las fábricas del parque industrial se les debe facilitar el ingreso y salida de los vehículos pesados que utilizan estos tipos de usuarios, para sus necesidades en particular.



## **CAPITULO 2**

### **2. ESTUDIO GEOLÓGICO.**

#### **2.1 OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.**

El diseño, construcción, comportamiento y duración de los distintos tipos de pavimentos que constituyen la superestructura de la vía, están influenciados directamente por las características del suelo que se encuentra en la sub-rasante llamada también suelo de fundación así como también de las características de los materiales pétreos y materiales ligantes que constituyen el pavimento.

Para el presente proyecto, este capítulo tiene por objetivo el determinar las características Físicas y Mecánicas del Subsuelo por donde se proyecta construir la Av. Escalón 3 que se encuentra ubicada transversalmente a la ciudad de Quito desde la Nueva Vía Occidental hasta la Avenida Simón Bolívar; con una longitud de 4,5 Km; y su abscisa de origen 0+000 se encuentra sobre la Nueva Avenida Occidental en el Barrio Primavera del Sur.

El alcance de este estudio permitirá determinar los parámetros necesarios para establecer la estructura del pavimento.

Gracias a los estudios realizados por el Laboratorio de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana será posible evaluar la calidad del suelo de la sub-rasante de acuerdo a los materiales encontrados y los parámetros determinados mediante la toma de muestras a distintas profundidades.

En general se obtendrá la estratigrafía que presenta el subsuelo así como también la clasificación AASHTO de las muestras de suelo de la sub-rasante.

Es de gran importancia señalar que en primera instancia el proyecto estaba comprendido desde la nueva Avenida Occidental en el barrio Primavera del Sur hasta el barrio Músculos y Rieles; pero en vista de que la Avenida Simón Bolívar está próxima al presente proyecto con una distancia de 500 metros, se realizó también el diseño geométrico hasta llegar a interceptarse



con la misma, usándose en este último tramo los resultados del estudio de suelos del destino en principio definido.

## 2.2 GEOMORFOLOGÍA.

**Fotografía 2.1. Vista panorámica del sitio del proyecto.**



Fuente: Los Autores.

La ciudad de Quito se encuentra a una altura entre los 2400 y 3200 msnm, en el piedemonte oriental de los volcanes Pichincha y Atacazo, que forman parte de la cordillera Occidental de los Andes.



La estructura territorial de la ciudad de Quito, está fuertemente condicionada por su geomorfología y geología, que han incidido históricamente en la formación de la ciudad y de sus barrios.

El lugar en estudio está situado en la zona central norte de la Cordillera de los Andes, que atraviesa el Ecuador de Norte a Sur, localizada en la sub-cuenca hidrológica del Guayllabamba, una extensa red interandina de drenaje limitada por las cordilleras paralelas de los Andes al Este y Oeste.

Casi todo el material geológico del área metropolitana es de origen volcánico. En las áreas periféricas de la ciudad como es el caso del sector donde está ubicado el proyecto; están localizadas en los declives occidentales de las cadenas montañosas, los suelos dominantes son francos y pseudo arenosos de textura fina. Estos suelos tienen una retención de humedad extremadamente alta.

La estructura geológica de la ciudad de Quito, y particularmente la zona del proyecto conjuga factores tectónicos, volcánicos y erosivos así, el primer conjunto, la parte alta, que se extiende en un ancho de 10 Km, es donde se inicia el proyecto y comprende los barrios Primavera del Sur, Patricio Romero, Héroes de Paquisha y El Rocío de Guamaní va desde los 3000 a los 4800 msnm, encierra una parte de la cordillera Occidental y está constituida de rocas volcánicas cuaternarias, presenta pendientes muy fuertes y numerosas quebradas, que forman redes de drenaje rectangulares, sub-paralelas y dendríticas.

La acción erosiva es intensa, principalmente, en estaciones de fuertes precipitaciones, provocando deslizamientos del terreno, erosiones de forma lineal y regresiva, también rupturas de taludes.



## 2.3 TECTÓNICA Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA.

Los esfuerzos tectónicos extensivos y distensivos de las fases orogénicas andinas y el volcanismo periférico han configurado la graven interandino con un patrón estructural complejo. Fallas de empuje y fallas gravitacionales se conjugan en este patrón.

Se han detectado señales de movimiento dextral en algunos sistemas de fallas. Algunas de ellas se han reactivado intermitentemente en diferentes tiempos geológicos y son fuente eventual de actividad sísmica.

En lo que corresponde al sector del barrio San Juan de Turubamba está constituido de una meseta que se extiende de Tambillo, al Sur, al valle de río Guayllabamba, al Norte, y limitado al Este por la línea de los horst orientales y Oeste por las estribaciones de la Cordillera Occidental. Transversales a esta cordillera existen dos campos de fallas secundarias, que forman dos sistemas, el primero crea un horst de dirección Noreste que rompe la continuidad del graven entre el Panecillo y la Avenida Oriental; este horst es responsable del desvío del río Machángara hacia el Noreste y la causa de una abertura de la planicie de Quito hacia el río San Pedro. El segundo sistema se debe a una falla transversal, en donde se separa Quito de Pomasqui.

## 2.4 ESTRATIGRAFÍA.

A continuación se describen las unidades geológicas involucradas en el corredor vial desde el punto de vista de su estratigrafía y composición litológica. Estas unidades fueron depositadas en el área durante el Cuaternario, desde el Pleistoceno medio hasta el Holoceno.



### **DEPOSITO LAGUNAR DE CENIZA (QL) (CUATERNARIO).**

Esta formación consiste en capas horizontales y bien estratificadas de ceniza lacustre. Ésta ceniza lacustre es café obscura, de grano fino y ocasionalmente contiene fragmentos de pómez.

En la zona del proyecto, lo que hoy es Turubamba, anteriormente fue una llanura de ciénagas y pantanos que actualmente están ocupados por una gran cantidad de viviendas, proyectos habitacionales de gran magnitud y el parque industrial del Sur de la Ciudad de Quito.

### **FORMACIÓN CANGAGUA SOBRE VOLCANO-SEDIMENTOS MACHÁNGARA.**

#### **CENIZA    PÓMEZ    SOBRE    LAVAS-AGLOMERADOS-TOBA    (QC/PM) (PLEISTOCENO-CUATERNARIO).**

Consiste en dos formaciones geológicas dispuestas una sobre otra.

La parte superior está comprendida por polvo volcánico finogranular alterado, su color es típicamente café amarillento. Se intercalan cenizas, extensos lapillis, paleosuelos negros, localmente ocurren flujos de lodo fino y canales aluviales arenosos o pumíticos. La cangagua ocurre extensamente en todo el valle interandino. En las planicies se encuentra estratificada; y en montes y colinas los cubre como un manto periclinal, sobreponiéndose a todas las formaciones depositadas previamente. Su espesor llega a 50 m en las planicies y a 20 y 30 m en las colinas.

En la parte inferior se presenta una secuencia de lavas, aglomerados, toba y sedimentos mal clasificados de Machángara. Una lava extensa, tipo andesita piroxénica porfirítica, masiva o laminada de color gris oscuro. El espesor es superior a los 300 m.

En el Anexo 2.1 se presenta el Mapa Geológico que involucra al área de estudio, en el que se observan las zonas correspondientes a cada formación geológica antes mencionadas.





## **2.5 RIESGOS NATURALES.**

La alta densidad de población de la ciudad de Quito implica que la misma sea altamente susceptible a ser afectada por procesos geodinámicos externos e internos dando lugar a la ocurrencia de catástrofes “naturales”.

### **2.5.1 DESLIZAMIENTOS.**

A causa del acelerado crecimiento poblacional, muchas regiones han sido taladas, la cobertura vegetal destruida y las laderas ocupadas por asentamientos humanos. Las Quebradas profundas, que anteriormente cruzaban esta región en sentido Oeste - Este, han sido canalizadas y rellenadas; quedando de esta forma notablemente disminuida la capacidad de evacuación de estos drenajes naturales, pero a pesar de esto, la zona del proyecto al desarrollarse a lo largo de un sector con bajas pendientes hace que el riesgo a deslizamientos no sea considerable.

Paradójicamente, las mayores necesidades de agua potable que va teniendo la ciudad de Quito con su crecimiento han obligado a que se construyan algunos proyectos importantes para abastecimiento de agua. Esta sobrecarga de agua adicional a la cuenca hidrogeológica de Quito, unida a la obstrucción de los drenajes naturales (Quebradas), así como a la deficiencia tanto en capacidad como en calidad de los sistemas de alcantarillado han ido generando una especie de “bomba de tiempo” susceptible a estallar al momento que se producen incrementos inusitados de la pluviosidad.

### **2.5.2 RIESGO VOLCÁNICO.**

La amenaza a la ciudad de Quito por terremotos y erupciones volcánicas no ha sido únicamente en estos últimos años; desde el tiempo de la colonia española existen informes de dichas amenazas naturales.

**Fotografía 2.2. Explosión freatomagmática del volcán Pichincha del 07-10-1999.**

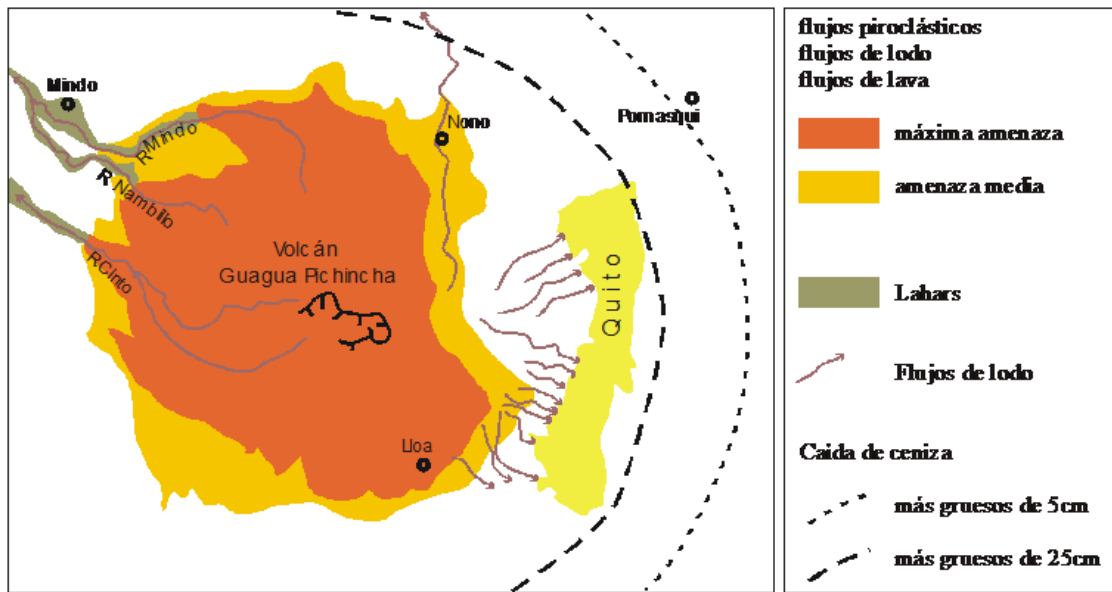
Fuente: El Comercio, Volcán Pichincha, 1999.

El 04 de Agosto de 1998 se produjo un fuerte sismo con una magnitud de 7.1 en las cercanías de la ciudad de Bahía de Caraquez. A pesar de que el epicentro se encuentra alejado alrededor de 220 Km del volcán; el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional registró un incremento notable de la actividad del volcán Pichincha luego del mencionado movimiento telúrico.

El cráter del volcán se encuentra abierto hacia el Oeste. Por tal razón no existe el peligro de que un flujo de lava o piroclástico atravesase la ciudad. Sin embargo, debe contarse con caída de cenizas que podrían hacer colapsar los techos de las edificaciones a causa del sobrepeso que estas originarían. Dificultades respiratorias tanto para hombres como animales; oscurecimiento de la luz del día; aumento de acidez de las fuentes de agua potable, destrucción de praderas, cultivos y vegetación en general así como desabastecimiento de alimentos deberán ser consideradas.

El peligro más grande para Quito lo constituyen los flujos de lodo; los cuales ocurrirían al momento que las cenizas depositadas sobre las laderas sean lavadas y transportadas por eventos pluviométricos posteriores. Dichas cenizas, transformadas en lodo, serían transportadas a través de ríos y riachuelos. Muchos de estos tipos de flujos se podrían desarrollar simultáneamente por diferentes Quebradas y dirigirse posteriormente hacia Quito como se observa en el **Gráfico 2.1**.

**Gráfico 2.1. Carta de amenazas volcánicas de la ciudad de Quito referentes al volcán Guagua Pichincha.**



Fuente: Instituto Geofísico de Escuela Politécnica Nacional, Carta de Amenazas Volcánicas.

La canalización de la ciudad no tendría la capacidad de conducir este material, el cual se vería obligado a fluir sobre la ciudad. Las pérdidas a causa de este tipo de movimiento de masas podrían ser enormes.

Cabe considerar, que flujos de lodo no solo pueden originarse luego de un período eruptivo. Esta amenaza es permanente y puede ocurrir a cada momento, especialmente después de períodos de lluvias intensas.



### 2.5.3 RIESGO SÍSMICO.

Quito es una ciudad con alto riesgo sísmico y más aun considerando que su población y construcciones han crecido aceleradamente. Cientos de edificaciones se alzan en zonas de alto riesgo y vulnerabilidad. Sin embargo, el peligro que corre la ciudad de Quito se enmarca además en otros aspectos.

El Cuadro 2.2 muestra un ejemplo de la actividad sísmica, la misma que se considera más cercana a la zona donde se implantará el proyecto.

**Cuadro 2.2. Ejemplos de actividad sísmica en Quito desde la época de la colonia española.**

<b>Año</b>	<b>Intensidad (MM)*</b>	<b>Observaciones</b>
1587	X	Gran terremoto en Quito con numerosos daños
1625	VIII-IX	Fuerte sismo en Quito
1662	X	Terremoto en Quito. Destrucción de algunas iglesias y edificaciones
1736	X	Terremoto en Latacunga. Algunos daños en Quito
1914	X	Terremoto muy fuerte en Quito. Grietas y deslizamientos en Pullurina
1915	VIII	Macro-sismo en Quito, mucho más fuerte en Calacalí y Nanegal

Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, Sismicidad Histórica del Ecuador, 2004.

La probabilidad de que un terremoto con un epicentro cercano a la ciudad de Quito ocurra es una realidad que debe ser seriamente considerada al momento de diseñar las diferentes obras civiles proyectadas para la ciudad, como es el caso del Proyecto Avenida Escalón 3.



## 2.6 RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO REALIZADO.

Los ensayos de laboratorio para el presente proyecto lo realizó el Laboratorio de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana. Se procedió a realizar calicatas mediante excavación a cielo abierto en diferentes abscisas a lo largo del eje vial, a fin de obtener información relevante de la sub-rasante por donde se desarrollará el proyecto.

Las abscisas en las cuales se perforó tanto para el cálculo del CBR como para la clasificación AASHTO son las siguientes:

**Cuadro 2.3. Ensayo CBR Abscisas y profundidades.**

<b>Abscisas.</b>	<b>0+500</b>	<b>1+500</b>	<b>2+500</b>	<b>3+100</b>	<b>3+500</b>	<b>4+000</b>
<b>Profundidades (m).</b>	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

### 2.6.1 LÍMITES DE ATTERBERG.

#### 2.6.1.1 Límite Líquido. L.L.

Es el contenido de agua de una pasta arcillosa por encima del cual pasa del estado plástico al estado líquido. En el Anexo 2.3 se presentan los valores de Límite Líquido para las diferentes abscisas de perforación así como sus respectivas profundidades.

#### 2.6.1.2 Límite Plástico. L.P.

Es el contenido de agua de una pasta amasada por debajo del cual pasa del estado plástico al estado semisólido. De igual manera, en el Anexo 2.3 se presentan los valores de Límite Plástico para las diferentes abscisas de perforación así como sus respectivas profundidades.



### 2.6.1.3 Límite de Retracción. L.R.

El Límite de Retracción representa el contenido de agua de una pasta amasada por debajo del cual pasa del estado semisólido al sólido. Es poco utilizado. El contenido de agua se expresa como el contenido de agua natural de la muestra inalterada en % del peso seco (w (%)).

### 2.6.1.4 Índice de Plasticidad. I.P.

Es la diferencia entre los límites líquido y plástico.  $IP = L.L - L.P$ . En el Anexo 2.3 se pueden observar los valores correspondientes a este parámetro, obtenidos del estudio geotécnico.

## 2.6.2 CLASIFICACIÓN ASSHTO.

Para asignar los valores de CBR de diseño, al proyecto se lo ha dividido en dos tramos.

**Cuadro 2.4. CBR de Campo Recomendado.**

ABSCISA	4+000	3+500	3+100	2+500	1+500	0+500
CBR DE CAMPO	3.0%	2.20%	1.60%	2.10%	3.7%	3.90%

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

**Cuadro 2.5. CBR de Diseño.**

CBR ordenado	CBR DISEÑO (%)	TRAMO
3.9	3.21	0+000 – 2+000 4+000 – 4+550
3.7		
3.0		
2.2	1.75	2+000 – 4+000
2.1		
1.6		

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.



Como se puede observar en el cuadro anterior para la Avenida Escalón 3, se tiene dos valores de CBR de diseño, especificados para tramos definidos los cuales también se muestran en el cuadro 2.4.

De los valores que se han mostrado en los cuadros 2.4 y 2.5, se puede observar que el suelo de sub-rasante en la que va a cimentarse el proyecto tiene malas características de soporte, razón por la cual en el diseño de la estructura vial se considerará la inclusión de Geomalla, para que los espesores de las capas estructurales de la vía disminuyan.

De la clasificación de suelos AASHTO realizada se concluye que los suelos predominantes a profundidades de 0.50 a 1.50 m son suelos arcillosos, de color entre café oscuro y negruzco, tipo A-7-5(12) y A-7-5(14), que por sus condiciones son suelos considerados malos para soportar cargas y estos suelos necesitan ser mejorados.

En el Anexo 2.2 se presenta detalladamente la información de los ensayos realizados en campo y laboratorio.

En el Anexo 2.3 se indica el resumen de la Clasificación de Suelos AASHTO.

Así como se puede observar en el Anexo 2.4 el respectivo corte geotécnico del Proyecto.



## **2.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- La capacidad de soporte del suelo (CBR) está entre mala y regular, por tal razón en el diseño del pavimento se ha considerado una capa de mejoramiento en la sub-rasante.
- Para la conformación de la obra básica se debe retirar todo material inadecuado, esto es, raíces, troncos, material orgánico, basura y escombros.
- En la excavación y conformación de la Sub-rasante se debe mantener el bombeo del 2% en el sentido transversal de la vía.
- Se debe tener especial cuidado en las obras de drenaje para las aguas lluvias a fin de obtener una evacuación inmediata hacia las descargas previstas del proyecto.
- En el diseño de drenajes es necesario se evacue las aguas lluvias hacia el sistema existente de alcantarillado en zonas consolidadas, y las quebradas a lo largo del proyecto deberán ser encausadas mediante alcantarillas.





## CAPÍTULO 3.

### 3. ESTUDIO DE TRÁFICO.

#### 3.1 ANTECEDENTES.

El diseño de una carretera o camino se realiza debido a una imperiosa necesidad de desarrollo de una región o sector, que es justificada tanto en lo social como en lo económico, y que también debe ser técnicamente justificada para la necesidad que debe cubrir.

Es por esto, que toda la actividad y esfuerzo que realice el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, para mantener en buen estado la red vial en la ciudad es loable.

Es por esto que el gobierno municipal del Distrito Metropolitano de Quito, ha propuesto un plan que lleva el nombre de **PLAN MACRO VIAL TURUBAMBA**, el cual está compuesto de tres vías principales que fueron nombradas como: Avenida Escalón 1, Avenida Escalón 2, Avenida Escalón 3.

El estudio a desarrollarse a continuación, es parte del conjunto de estudios que se realizan para el proyecto denominado “**Diseño Vial Definitivo de la Avenida Escalón 3**”.

El presente estudio pretende determinar el tráfico vehicular en la entrada sur de la Ciudad de Quito, y la proyección del tráfico en concordancia con los periodos de diseño adoptados.

Para realizar el correcto diseño de una carretera, se debe partir de datos altamente confiables; el diseño de carreteras o de tramos de estas se basa principalmente en datos y estudios de tráfico, los estudios de tráfico se obtienen con el objeto de realizar comparaciones y estimaciones del volumen de tráfico que tendrá la vía; es por esto que el tráfico influye directamente en el diseño geométrico de la vía.

En la visita realizada en sitio para el reconocimiento del mismo, se nos informó que para el Escalón 3 existen estudios de trazado vial realizados en el año 1992, los cuales presentan una topografía que no coincide con la que tenemos actualmente, por ende es necesario realizarla nuevamente y además adjuntar el trazado vial.



## **3.2 OBJETIVOS.**

### **3.2.1 OBJETIVO GENERAL.**

- Obtener el valor estimativo del tráfico que pasará por la carretera el cual es designado como TPDA y el Número de Ejes de Carga equivalente que soportará la vía para cada uno de los Periodos de Diseño.

### **3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Determinar los principales tipos de vehículos que periódicamente harán uso del proyecto.
- Plantear los posibles tipos de tráfico que el proyecto generará.
- Asignar a la carretera la clasificación dada por el MTOP según el TPDA obtenido.

## **3.3 UBICACIÓN.**

La Avenida Escalón 3, se encuentra ubicada dentro del Distrito Metropolitano de Quito, a la entrada Sur de la ciudad de Quito, tiene su inicio en la Parroquia Guamaní (abscisa 0+000) y finaliza en la Parroquia Turubamba (abscisa 4+550).

La Avenida Escalón 3 es una vía, la cual conecta la Nueva Vía Occidental con la Avenida Simón Bolívar pasando por los barrios Héroes de Paquisha – Primavera del Sur – Matilde Álvarez – San Juan de Turubamba – Eternit – San José de Turubamba – Vigilantes de Quito.



### 3.4 ELEMENTOS DEL TRÁFICO.

El tránsito toma su aparición desde los inicios del hombre, cuando viendo la necesidad de desplazamiento formó trochas por donde circular con relativa comodidad, al avanzar el tiempo estas trochas se fueron ampliando al domesticar a los que ahora se conocen como animales de carga; después de esta etapa ya cuando se inventó la rueda las trochas dieron paso a los caminos rudimentarios los cuales eran caminos de mayor capacidad ya que albergaban en su geometría a carretas y toda clase de vehículos de tracción animal. Desde esta etapa comienza a manifestarse los efectos propios del tráfico, ya que comienza la interacción entre peatones, vehículos y camino propiamente dicho.

Con la aparición en escena de automotores que cada vez son más sofisticados, veloces y potentes, los problemas de tráfico se acentúan muchos más; por tal motivo aparecen las primeras investigaciones sobre tráfico, en las cuales tienen como principal actor al elemento humano, en la actualidad se han definido como los principales elementos del tráfico a los siguientes actores:

- Usuario. (Peatón, pasajero, conductor).
- El vehículo.
- El camino.

En base a estos parámetros se desarrollan los estudios pertinentes para obtener los datos de tráfico necesarios para el diseño de una carretera.

El elemento humano es el principal factor que se debe considerar en el diseño de una vía, ya que se busca principalmente la comodidad y seguridad de las personas que circulan por la vía, ya sea Peatón, pasajero de transporte o conductor.

En cuanto al factor vehicular se le debe dar las facilidades necesarias para un desplazamiento cómodo y seguro; en donde se tenga suficiente espacio de maniobrabilidad, asignando un ancho de carril adecuado.



Y en cuanto al factor camino, este debe ser diseñado de tal manera que cumpla especificaciones dadas por la entidades pertinentes, en donde se considera principalmente radios, peraltes, ancho de vía y número de carriles.







Para que sea completo el estudio de tráfico, se debe conocer el tipo de vehículos que usan la vía, principalmente para conocer el peso de cada tipo de vehículo y por consiguiente determinar el peso que soportará la vía en su vida útil.

Al obtener el valor de carga vehicular, se obtuvo los porcentajes de cada tipo de vehículo que influyen en la vía y por consiguiente el probable daño que estos pueden ocasionar en la estructura vial.

La clasificación vehicular se caracterizará de la siguiente manera:

Livianos, Camionetas, Buses, Pesados (señalando sus tipos específicos).

**Cuadro 3.1. Clasificación Vehicular.**

TIPO		GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
Automóviles			Automóviles, jeep y todo vehículo que no tenga doble llanta en el eje trasero.
Camionetas			Furgonetas, camionetas 4x2 y 4x4.
Buses			Todo vehículo que se dedique al transporte de pasajeros, siempre y cuando no sean furgonetas.
Camiones	2D		Todo vehículo que realice transporte de carga que tenga doble llanta en el eje trasero.
	3A		Todo vehículo que realice transporte de carga que tenga doble llanta en sus 2 ejes traseros.
	T3-S2		Todo vehículo que realice transporte de carga tipo 3A, pero con remolque con 2 ejes.

Fuente: Los Autores.



### **3.5 CONTEOS VOLUMÉTRICOS DE TRÁFICO.**

Para el presente estudio, los conteos de tráfico se los dividió en dos partes, donde se realizó dos diferentes procedimientos para la obtención de los valores de número de vehículos livianos y número de vehículos pesados.

Para determinar el valor de número de vehículos livianos, se procedió a analizar la información facilitada por el Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, datos de estaciones de conteo, los mismos que fueron realizados en lugares poco representativos para el proyecto.

Por consiguiente, la obtención de este parámetro, se lo realizó en función de la población que vive en las zonas aledañas a la vía con datos consultados en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y con la proporción de vehículos por cantidad de personas que habitan en la ciudad de Quito, parámetro facilitado por el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025.

Mientras que para la obtención del valor del número de vehículos pesados, se realizó una encuesta en campo. Ya que la Avenida Escalón 3 cruza el parque industrial y la gran mayoría de los vehículos pesados que circulan por el sector son por que se encuentra en este lugar el parque industrial del Sur de Quito.

Se visitó todas las empresas del parque industrial y se consultó el número de vehículos y el tipo de carga vehicular que tiene cada una de estas empresas al día; además se visitó las Cooperativas de buses que sirven en la zona y se consultó el número de buses que circulan diariamente.



### **3.6 PRONÓSTICOS DE TRÁFICO.**

#### **3.6.1 TRÁFICO FUTURO.**

Para pronosticar los volúmenes y composición del tráfico nos basamos en el tráfico actual, en el Ecuador estos parámetros se los determina para un periodo de 15 a 20 años; también se utiliza parámetros como el tráfico desarrollado, tráfico generado y el crecimiento normal del tráfico.

Las proyecciones de tráfico nos sirven para estimar la sección transversal de la vía, prever la velocidad de diseño, clasificar la vía correctamente y para determinar otros parámetros para el diseño geométrico.

Para el caso cuando se pretenda mejorar la capa de rodadura o incrementar la capacidad de la vía, también es necesario contar con esta variable en el diseño; en cuanto para el mantenimiento vial también es necesario.

En nuestro país los mecanismos más conocidos y difundidos para determinar el tráfico futuro son por medios manuales y automáticos.

El diseño de la vía se realizó para un período de diseño de 20 años, en dos etapas de 10 años cada una para pavimento flexible y de 20 años en una sola etapa para pavimento rígido; para ambos casos se ha considerado los diferentes factores que influyen en el crecimiento del tráfico actual; los mismos que son el tráfico generado, el tráfico desarrollado y el crecimiento normal.

#### **3.6.2 TRÁFICO ACTUAL O EXISTENTE.**

Es el tráfico que se tiene actualmente en la vía antes de desarrollar el proyecto o en otras palabras es el tráfico que normalmente circula en la carretera, y el mismo se lo obtiene a partir del estudio de tráfico.



### **3.6.3 TRÁFICO GENERADO.**

Este tráfico se compone por el número de viajes realizados cuando el proyecto este en etapa de funcionamiento. Este tipo de tráfico comienza a aparecer aproximadamente a partir de los dos años posteriores al inicio de funcionamiento del proyecto.

### **3.6.4 TRÁFICO DESARROLLADO.**

El tráfico por desarrollo es parte del tráfico futuro, este se genera gracias a la implantación o incremento de nuevas áreas de producción y explotación en el área de influencia del proyecto, este tipo de tráfico puede seguir incrementándose a lo largo del periodo de estudio y por lo general su efecto se lo considera a partir del momento en el que el proyecto empieza su funcionamiento.

### **3.6.5 TRÁFICO DESVIADO.**

El tráfico desviado es aquel volumen de vehículos que utilizan la carretera una vez que esta entra en servicio, ya sea por ahorros en distancia, costo o tiempo.

### **3.6.6 TRÁFICO INDUCIDO.**

El tráfico inducido es aquel volumen de vehículos que no se hubieran presentado sin la implantación del proyecto, este tráfico se presenta gracias a la disminución de costos de operación y al mejoramiento del uso de suelo de los terrenos próximos a la vía.

Este tipo de tráfico no es considerado en el proyecto, ya que el tráfico inducido se lo considera en vías donde la zona de influencia de esta sea poco poblada y en el caso de la Avenida Escalón 3 esta característica no se presenta.

### **3.6.7 CRECIMIENTO NORMAL.**

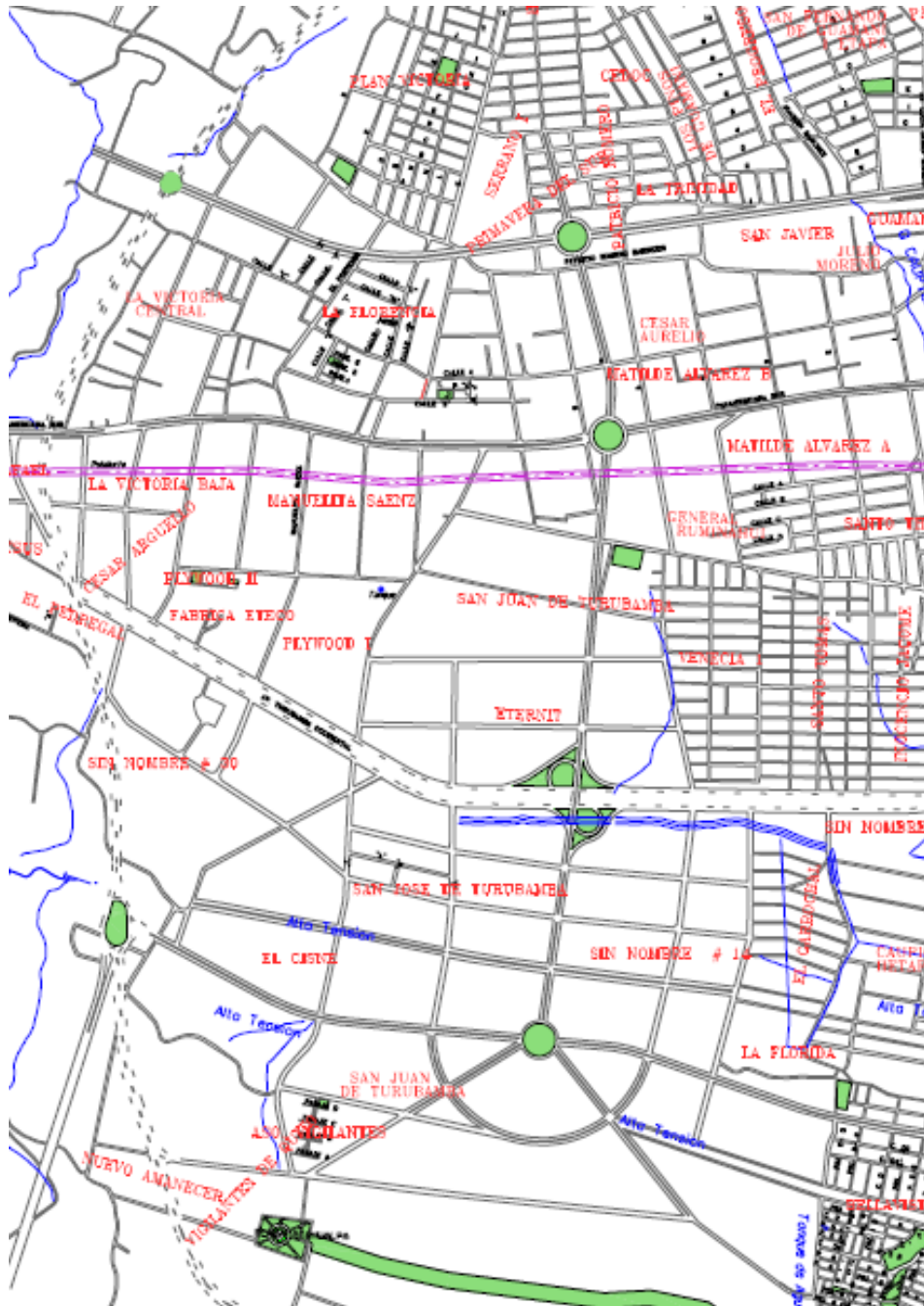
Es el incremento que tiene el tráfico actual, a una tasa de crecimiento vehicular dada y en función del período de diseño asumido.



### 3.7 VOLUMEN DE TRÁFICO.

### 3.7.1 DETERMINACIÓN DE TRÁFICO LIVIANO.

**Gráfico 3.1. Área de Influencia.**



Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Mapa de Quito.



Las Zonas de Influencia dadas en el análisis poblacional, se las puede observar en los Planos de Detalle dadas por el INEC, los mismos que se encuentran en el apartado de planos.

**Cuadro 3.2. Análisis Poblacional.**

<b>EDAD</b>	<b>Z 288</b>	<b>Z 289</b>	<b>Z 290</b>	<b>Z 299</b>	<b>Z 300</b>	<b>Z 301</b>	<b>Z 302</b>
<b>Menor de 1 año</b>	71	42	93	71	87	132	67
<b>De 1 a 4 años</b>	399	229	392	395	424	496	394
<b>De 5 a 9 años</b>	422	232	439	492	502	556	455
<b>De 10 a 14 años</b>	419	261	435	486	498	538	485
<b>De 15 a 19 años</b>	336	281	453	495	472	525	490
<b>De 20 a 24 años</b>	287	295	411	395	496	588	409
<b>De 25 a 29 años</b>	311	203	316	258	363	389	263
<b>De 30 a 34 años</b>	268	222	350	273	393	485	330
<b>De 35 a 39 años</b>	264	140	276	224	253	340	255
<b>De 40 a 44 años</b>	188	121	240	237	267	312	250
<b>De 45 a 49 años</b>	106	119	158	186	206	244	166
<b>De 50 a 54 años</b>	77	108	109	106	142	184	146
<b>De 55 a 59 años</b>	46	78	75	94	115	113	87
<b>De 60 a 64 años</b>	61	67	63	63	83	94	73
<b>De 65 a 69 años</b>	35	34	39	44	72	66	41
<b>De 70 a 74 años</b>	27	31	31	38	53	51	47
<b>De 75 a 79 años</b>	15	22	23	17	40	47	30
<b>De 80 a 84 años</b>	6	13	18	19	17	32	20
<b>De 84 a 89 años</b>	5	11	9	12	19	19	18
<b>De 90 a 94 años</b>	5	7	6	11	9	9	6
<b>De 95 o más</b>	1	6	5	5	7	8	9
<b>TOTAL</b>	<b>3349</b>	<b>2522</b>	<b>3941</b>	<b>3921</b>	<b>4518</b>	<b>5228</b>	<b>4041</b>

<b>HOMBRE</b>	1663	1282	1939	1911	2215	2567	2024
<b>MUJER</b>	1686	1240	2002	2010	2303	2661	2017
<b>TOTAL</b>	<b>3349</b>	<b>2522</b>	<b>3941</b>	<b>3921</b>	<b>4518</b>	<b>5228</b>	<b>4041</b>

Fuente: INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2001.

TOTAL POBLACIÓN = 27520 Habitantes al 2001.

Proyección de la Población al 2011.



Población Censo 2001 = 27520 Habitantes.

Tasa de crecimiento anual ( $i$ ) = 2.7 %

$$P_n = P_o * (1 + i)^n$$

Donde:

$P_n$  = Población proyectada.

$P_o$  = Población inicial.

$i$  = Tasa de crecimiento.

$n$  = Número de años.

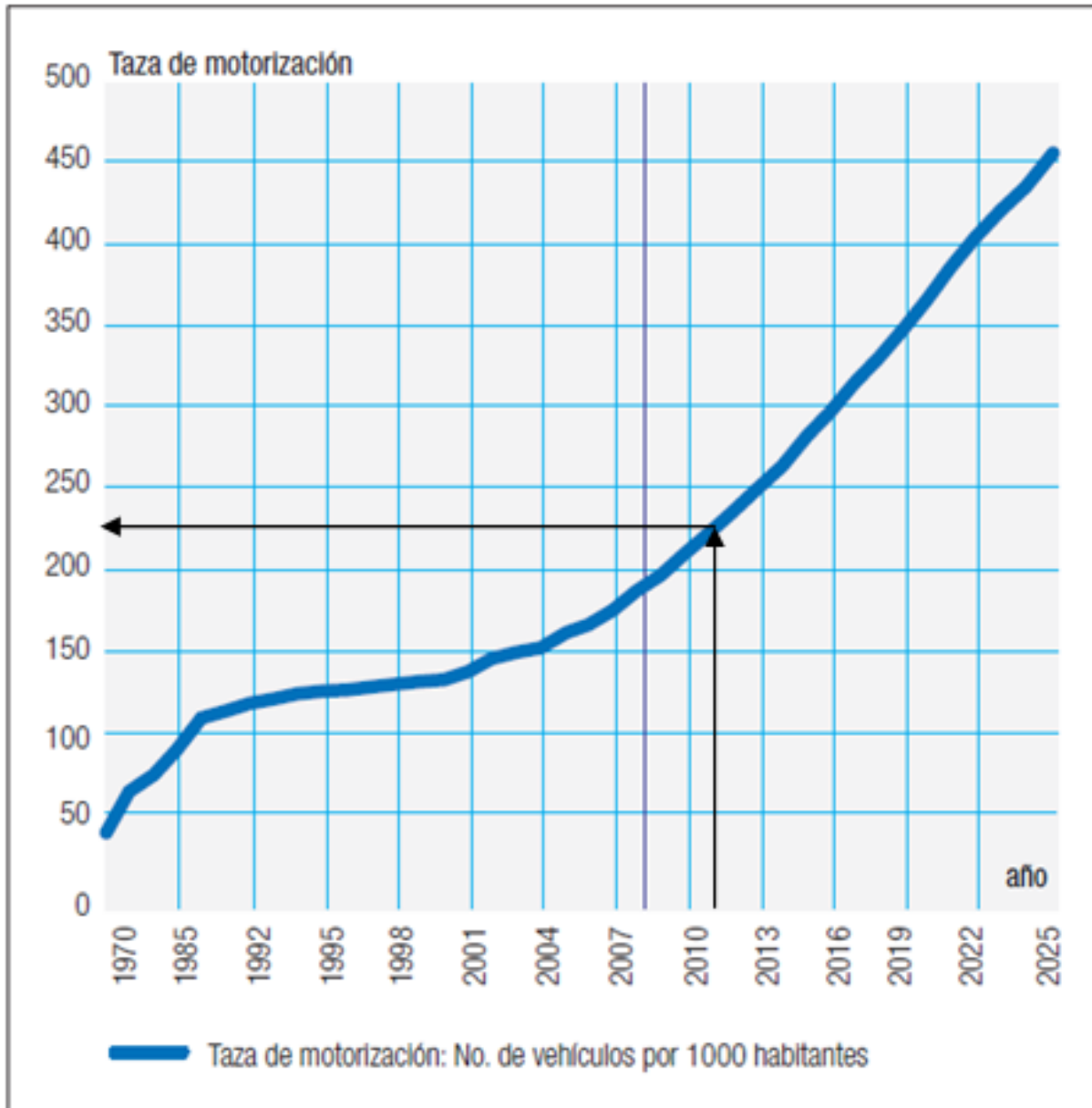
**Cuadro 3.3. Proyección Población.**

AÑO	POBLACIÓN	n
2001	27520	0
2002	28263	1
2003	29026	2
2004	29810	3
2005	30615	4
2006	31441	5
2007	32290	6
2008	33162	7
2009	34057	8
2010	34977	9
2011	35921	10

Fuente: Los Autores.

Según el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025, en la Ciudad de Quito tendrá una proporción de 225 vehículos por cada 1000 habitantes (Proyección al 2011), como se puede observar en el siguiente gráfico.

**Gráfico 3.2. Evolución de la Tasa de Motorización en el DMQ 1979-2050.**



Fuente: EPMOP-Q, Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025, 2009.

Por consiguiente:

Nº de vehículos Livianos = 8082 vehículos.



### 3.7.2 DETERMINACIÓN DE TRÁFICO PESADO.

**Cuadro 3.4. Tráfico Pesado Actual.**

	CARGA VEHÍCULAR	TRÁFICO ACTUAL (TA)			
		BUSES	CAMIÓN		
			2D	3A	T3-S2
EMPRESA	Acero de los Andes			2	14
	Akzo Nobel				22
	TOCARVI				20
	Santos CMI				2
	TOPESA				2
	Ideal Alambrec		38	76	32
	NOVACERO		10	54	8
	PROQUIMSA		6	6	2
	ETERNIT		24	10	22
	Trans. Alambrec				32
	Renovallanta		2	2	4
	Trujillo		12	18	20
	Transporte adicional		24		
	Trans. Planeta	376			
	Coop. Vencedores	322			
TOTAL		698	116	168	180

Fuente: Investigación de Campo.



### 3.7.3 VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁFICO.

En el presente proyecto al establecer la determinación del tráfico en base a la población y con proyecciones de esta, no se ha considerado factible realizar el análisis de la variación del volumen de tráfico.

### 3.7.4 OBTENCIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL (TA).

**Cuadro 3.5. Porcentaje de vehículos livianos en la Provincia de Pichincha.**

TIPO DE VEHÍCULO	Nº	%
Automóvil	206118	79.43
Camioneta	53391	20.57
<b>Total</b>	<b>259509</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2001.

**Cuadro 3.6. Tráfico Actual según el tipo de Vehículo.**

TIPO DE VEHÍCULO		TA	%
Automóvil		6419	69.44
Camioneta		1663	17.99
Bus		698	7.55
Camión	2D	116	1.25
	3A	168	1.82
	T3-S2	180	1.95
<b>TOTAL</b>		<b>9244</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Los Autores.



### 3.7.5 DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).

Para obtener el valor del Tráfico Promedio Diario Anual de la Avenida Escalón 3, se debe partir desde los valores calculados de Tráfico Actual (TA), obtenido de las observaciones y afectarlo con un factor mensual (Fm) y una factor diario (Fd); como se observa en la ecuación.

$$TPDA = TA * Fm * Fd$$

Donde:

TPDA= Tráfico Promedio Diario Anual.

TA= Tráfico Actual.

Fm, Fd = Factor mensual y Factor diario respectivamente.

Los factores mensual y diario fueron facilitados por la Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas (EPMOP-Q); estos factores se toman a partir del día y mes en el cual fueron realizadas las observaciones. Para el caso del presente proyecto, la observación se realizó un día martes, en el mes de Enero; por lo tanto los valores son los siguientes:

**Cuadro 3.7. Valores TPDA al 2011.**

TIPO DE VEHÍCULO		TA	Fm	Fd	TPDA
Automóvil		6419	1.07	0.88	6045
Camioneta		1663			1566
Bus		698			657
Camión	2D	116			109
	3A	168			158
	T3-S2	180			169
TOTAL		9244			8704

Fuente: Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas (EMMOP-Q), 2011.



En el cuadro anterior se tiene el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) del año inicial del análisis, es decir del año 2011.

### 3.7.6 PROYECCIONES DE TRÁFICO.

Para realizar un adecuado análisis del tráfico es necesario realizar las proyecciones de este, ya que con estos valores se tiene una idea del comportamiento del tránsito en el futuro.

Para el caso de la Avenida Escalón 3 se ha considerado realizar las proyecciones de tráfico por medio del método geométrico, en donde se considera, el tiempo, el tráfico actual y una tasa incremental de tráfico.

Para realizar las proyecciones del tráfico se ha considerado la siguiente ecuación:

$$Tn = TPDA * (1 + r)^n$$

Donde:

Tn = Tráfico en cualquier año **n** (Tráfico proyectado Tp).

TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual a proyectar.

r = Tasa de crecimiento anual del tráfico.

n = Horizonte de proyección.

Para el caso del presente proyecto por su proximidad, se ha considerado altamente factible utilizar las tasas de crecimiento vehicular de estudios del MOP, realizados para la prolongación de la Avenida Simón Bolívar.



**Cuadro 3.8. Tasas de crecimiento anual de tráfico (%).**

Años	Livianos	Buses	Pesados
<b>2010-2015</b>	3.28	3.50	3.00
<b>2015-2020</b>	4.36	3.50	4.00
<b>2020-2025</b>	4.36	3.50	4.00
<b>2025-2030</b>	4.36	3.50	4.00

Fuente: MTOP, Estudios realizados para la Av. Simón Bolívar.

A partir de los datos obtenidos anteriormente, tenemos los siguientes valores de TPDA proyectados:

**Cuadro 3.9. Valores TPDA Proyectados.**

Años	n	Auto	Cam.	Bus	Camión			TOTAL
					2D	3A	T3-S2	
<b>2011</b>	<b>0</b>	6045	1566	657	109	158	169	<b>8704</b>
<b>2012</b>	<b>1</b>	6243	1617	680	113	163	175	<b>8990</b>
<b>2013</b>	<b>2</b>	6448	1670	704	116	168	180	<b>9285</b>
<b>2014</b>	<b>3</b>	6659	1725	729	119	173	185	<b>9590</b>
<b>2015</b>	<b>4</b>	6877	1781	754	123	178	191	<b>9905</b>
<b>2016</b>	<b>5</b>	7177	1859	781	128	185	198	<b>10328</b>
<b>2017</b>	<b>6</b>	7490	1940	808	133	193	206	<b>10770</b>
<b>2018</b>	<b>7</b>	7817	2025	836	138	200	215	<b>11231</b>
<b>2019</b>	<b>8</b>	8158	2113	865	144	208	223	<b>11711</b>
<b>2020</b>	<b>9</b>	8513	2205	896	150	217	232	<b>12212</b>
<b>2021</b>	<b>10</b>	8884	2301	927	156	225	241	<b>12735</b>
<b>2022</b>	<b>11</b>	9272	2402	960	162	234	251	<b>13280</b>
<b>2023</b>	<b>12</b>	9676	2506	993	168	244	261	<b>13849</b>
<b>2024</b>	<b>13</b>	10098	2616	1028	175	253	272	<b>14441</b>
<b>2025</b>	<b>14</b>	10538	2730	1064	182	264	282	<b>15060</b>
<b>2026</b>	<b>15</b>	10998	2849	1101	189	274	294	<b>15705</b>
<b>2027</b>	<b>16</b>	11477	2973	1140	197	285	305	<b>16377</b>
<b>2028</b>	<b>17</b>	11978	3103	1180	205	296	318	<b>17078</b>
<b>2029</b>	<b>18</b>	12500	3238	1221	213	308	330	<b>17810</b>
<b>2030</b>	<b>19</b>	13045	3379	1264	221	321	344	<b>18573</b>
<b>2031</b>	<b>20</b>	13614	3526	1308	230	333	357	<b>19369</b>

Fuente: Los Autores.



Teniendo el tráfico proyectado se debe realizar el incremento de tráfico por razón de Tráfico Generado (TG), Tráfico Desarrollado (TD) y Tráfico Desviado (Td); estos tipos de tráfico se incrementan con los siguientes porcentajes.

**Tráfico Generado (TG).**

Según el AASHTO  $(5\% - 25\%)* TA$ .

Asumido= 15%

**Tráfico Desarrollado (TD).**

Según el MTOP  $(5\% - 8\%)* TA$ .

Asumido= 6%

**Tráfico Desviado (Td).**

Según el MTOP  $(5\% - 8\%)* TA$ .

Asumido= 6%

A continuación se presentan los valores de TPDA total, según tipo de vehículo.

**Cuadro 3.10. Valores TPDA Total Automóvil:**

<b>Años</b>	<b>TP</b>	<b>TG</b>	<b>TD</b>	<b>Td</b>	<b>TPDA</b>
<b>2011</b>	6045	604	363	604	7616
<b>2012</b>	6243	624	375	624	7866
<b>2013</b>	6448	645	387	645	8124
<b>2014</b>	6659	666	400	666	8390
<b>2015</b>	6877	688	413	688	8666
<b>2016</b>	7177	718	431	718	9043
<b>2017</b>	7490	749	449	749	9438
<b>2018</b>	7817	782	469	782	9849
<b>2019</b>	8158	816	489	816	10279
<b>2020</b>	8513	851	511	851	10727
<b>2021</b>	8884	888	533	888	11194
<b>2022</b>	9272	927	556	927	11682
<b>2023</b>	9676	968	581	968	12192
<b>2024</b>	10098	1010	606	1010	12723
<b>2025</b>	10538	1054	632	1054	13278
<b>2026</b>	10998	1100	660	1100	13857
<b>2027</b>	11477	1148	689	1148	14461
<b>2028</b>	11978	1198	719	1198	15092
<b>2029</b>	12500	1250	750	1250	15750
<b>2030</b>	13045	1304	783	1304	16436
<b>2031</b>	13614	1361	817	1361	17153

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 3.11. Valores TPDA Total Camioneta.**

<b>Años</b>	<b>TP</b>	<b>TG</b>	<b>TD</b>	<b>Td</b>	<b>TPDA</b>
<b>2011</b>	1566	157	94	157	1973
<b>2012</b>	1617	162	97	162	2038
<b>2013</b>	1670	167	100	167	2104
<b>2014</b>	1725	172	103	172	2173
<b>2015</b>	1781	178	107	178	2245
<b>2016</b>	1859	186	112	186	2343
<b>2017</b>	1940	194	116	194	2445
<b>2018</b>	2025	202	121	202	2551
<b>2019</b>	2113	211	127	211	2662
<b>2020</b>	2205	221	132	221	2779
<b>2021</b>	2301	230	138	230	2900
<b>2022</b>	2402	240	144	240	3026
<b>2023</b>	2506	251	150	251	3158
<b>2024</b>	2616	262	157	262	3296
<b>2025</b>	2730	273	164	273	3439
<b>2026</b>	2849	285	171	285	3589
<b>2027</b>	2973	297	178	297	3746
<b>2028</b>	3103	310	186	310	3909
<b>2029</b>	3238	324	194	324	4080
<b>2030</b>	3379	338	203	338	4258
<b>2031</b>	3526	353	212	353	4443

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 3.12. Valores TPDA Total Bus.**

<b>Años</b>	<b>TP</b>	<b>TG</b>	<b>TD</b>	<b>Td</b>	<b>TPDA</b>
<b>2011</b>	657	66	39	66	828
<b>2012</b>	680	68	41	68	857
<b>2013</b>	704	70	42	70	887
<b>2014</b>	729	73	44	73	918
<b>2015</b>	754	75	45	75	950
<b>2016</b>	781	78	47	78	984
<b>2017</b>	808	81	48	81	1018
<b>2018</b>	836	84	50	84	1054
<b>2019</b>	865	87	52	87	1090
<b>2020</b>	896	90	54	90	1129
<b>2021</b>	927	93	56	93	1168
<b>2022</b>	960	96	58	96	1209
<b>2023</b>	993	99	60	99	1251
<b>2024</b>	1028	103	62	103	1295
<b>2025</b>	1064	106	64	106	1340
<b>2026</b>	1101	110	66	110	1387
<b>2027</b>	1140	114	68	114	1436
<b>2028</b>	1180	118	71	118	1486
<b>2029</b>	1221	122	73	122	1538
<b>2030</b>	1264	126	76	126	1592
<b>2031</b>	1308	131	78	131	1648

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 3.13. Valores TPDA Total Camión 2D:**

<b>Años</b>	<b>TP</b>	<b>TG</b>	<b>TD</b>	<b>Td</b>	<b>TPDA</b>
<b>2011</b>	109	11	7	11	138
<b>2012</b>	113	11	7	11	142
<b>2013</b>	116	12	7	12	146
<b>2014</b>	119	12	7	12	150
<b>2015</b>	123	12	7	12	155
<b>2016</b>	128	13	8	13	161
<b>2017</b>	133	13	8	13	168
<b>2018</b>	138	14	8	14	174
<b>2019</b>	144	14	9	14	181
<b>2020</b>	150	15	9	15	188
<b>2021</b>	156	16	9	16	196
<b>2022</b>	162	16	10	16	204
<b>2023</b>	168	17	10	17	212
<b>2024</b>	175	17	10	17	220
<b>2025</b>	182	18	11	18	229
<b>2026</b>	189	19	11	19	238
<b>2027</b>	197	20	12	20	248
<b>2028</b>	205	20	12	20	258
<b>2029</b>	213	21	13	21	268
<b>2030</b>	221	22	13	22	279
<b>2031</b>	230	23	14	23	290

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 3.14. Valores TPDA Total Camión 3A.**

<b>Años</b>	<b>TP</b>	<b>TG</b>	<b>TD</b>	<b>Td</b>	<b>TPDA</b>
<b>2011</b>	158	16	9	16	199
<b>2012</b>	163	16	10	16	205
<b>2013</b>	168	17	10	17	211
<b>2014</b>	173	17	10	17	218
<b>2015</b>	178	18	11	18	224
<b>2016</b>	185	19	11	19	233
<b>2017</b>	193	19	12	19	243
<b>2018</b>	200	20	12	20	252
<b>2019</b>	208	21	12	21	262
<b>2020</b>	217	22	13	22	273
<b>2021</b>	225	23	14	23	284
<b>2022</b>	234	23	14	23	295
<b>2023</b>	244	24	15	24	307
<b>2024</b>	253	25	15	25	319
<b>2025</b>	264	26	16	26	332
<b>2026</b>	274	27	16	27	345
<b>2027</b>	285	29	17	29	359
<b>2028</b>	296	30	18	30	374
<b>2029</b>	308	31	18	31	388
<b>2030</b>	321	32	19	32	404
<b>2031</b>	333	33	20	33	420

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 3.15. Valores TPDA Total Camión T3-S2.**

<b>Años</b>	<b>TP</b>	<b>TG</b>	<b>TD</b>	<b>Td</b>	<b>TPDA</b>
<b>2011</b>	169	17	10	17	214
<b>2012</b>	175	17	10	17	220
<b>2013</b>	180	18	11	18	227
<b>2014</b>	185	19	11	19	233
<b>2015</b>	191	19	11	19	240
<b>2016</b>	198	20	12	20	250
<b>2017</b>	206	21	12	21	260
<b>2018</b>	215	21	13	21	270
<b>2019</b>	223	22	13	22	281
<b>2020</b>	232	23	14	23	292
<b>2021</b>	241	24	14	24	304
<b>2022</b>	251	25	15	25	316
<b>2023</b>	261	26	16	26	329
<b>2024</b>	272	27	16	27	342
<b>2025</b>	282	28	17	28	356
<b>2026</b>	294	29	18	29	370
<b>2027</b>	305	31	18	31	385
<b>2028</b>	318	32	19	32	400
<b>2029</b>	330	33	20	33	416
<b>2030</b>	344	34	21	34	433
<b>2031</b>	357	36	21	36	450

Fuente: Los Autores.



**Cuadro 3.16. Valores TPDA Total Acumulado.**

Años	Auto	Cam.	Bus	Camión			TOTAL
				2D	3A	T3-S2	
<b>2011</b>	7616	1973	828	138	199	214	<b>10967</b>
<b>2012</b>	7866	2038	857	142	205	220	<b>11328</b>
<b>2013</b>	8124	2104	887	146	211	227	<b>11699</b>
<b>2014</b>	8390	2173	918	150	218	233	<b>12083</b>
<b>2015</b>	8666	2245	950	155	224	240	<b>12480</b>
<b>2016</b>	9043	2343	984	161	233	250	<b>13014</b>
<b>2017</b>	9438	2445	1018	168	243	260	<b>13570</b>
<b>2018</b>	9849	2551	1054	174	252	270	<b>14151</b>
<b>2019</b>	10279	2662	1090	181	262	281	<b>14756</b>
<b>2020</b>	10727	2779	1129	188	273	292	<b>15388</b>
<b>2021</b>	11194	2900	1168	196	284	304	<b>16046</b>
<b>2022</b>	11682	3026	1209	204	295	316	<b>16733</b>
<b>2023</b>	12192	3158	1251	212	307	329	<b>17449</b>
<b>2024</b>	12723	3296	1295	220	319	342	<b>18196</b>
<b>2025</b>	13278	3439	1340	229	332	356	<b>18975</b>
<b>2026</b>	13857	3589	1387	238	345	370	<b>19788</b>
<b>2027</b>	14461	3746	1436	248	359	385	<b>20635</b>
<b>2028</b>	15092	3909	1486	258	374	400	<b>21519</b>
<b>2029</b>	15750	4080	1538	268	388	416	<b>22441</b>
<b>2030</b>	16436	4258	1592	279	404	433	<b>23402</b>
<b>2031</b>	17153	4443	1648	290	420	450	<b>24404</b>

Fuente: Los Autores.



### 3.8 ASIGNACIÓN DE TRÁFICO AL PROYECTO.

Realizados los análisis correspondientes para estimar el tráfico del Proyecto Avenida Escalón 3, se ha establecido que para el año inicial de análisis y para los periodos de diseño, el tráfico según el tipo de vehículo es:

**Cuadro 3.17. Valores de TPDA según el tipo de Vehículo.**

TIPO DE VEHÍCULO		TPDA		
		0 años	10 años	20 años
Livianos		7616	11194	17153
Camioneta		1973	2900	4443
Bus		828	1168	1648
Camión	2D	138	196	290
	3A	199	284	420
	T3-S2	214	304	450
TOTAL		10967	16046	24404

Fuente: Los Autores.

### 3.9 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA DE ACUERDO AL TRÁFICO.

El MTOP para el diseño y clasificación de carreteras en el Ecuador, da como recomendación que estas se clasifiquen en función de los pronósticos de tráfico, los cuales deben estar en un periodo de tiempo entre 15 a 20 años.

Realizada la proyección vehicular al período de diseño de 20 años tenemos un TPDA de 24404 vehículos, lo que nos indica que nuestra vía tiene una clasificación TIPO R-II en referencia al MTOP, como se puede observar en el cuadro siguiente.

**Cuadro 3.18. Clasificación de Carreteras.**

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO			
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *		
R-I o R-II	Más	de	8.000
I	De	3.000	a 8.000
II	De	1.000	a 3.000
III	De	300	a 1.000
IV	De	100	a 300
V	Menos de		100
* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.			

Fuente: ASTEC; T.A.M.S, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.

Mientras que según la relación funcionalidad, clase MTOP y tráfico dado por las normas de diseño geométrico para el Ecuador, a nuestra vía se la cataloga como un Corredor Arterial; cómo podemos observar en cuadro siguiente:

**Cuadro 3.19. Clasificación de Carreteras por Funcionalidad.**

FUNCION	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	>8000
	I	3000 – 8000
COLECTORA	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
VECINAL	IV	100 – 300
	V	< 100

Notas:

(1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.

(2) RI - RII - Autopistas.

Fuente: ASTEC; T.A.M.S, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.



### 3.10 DETERMINACIÓN DE EJES EQUIVALENTES.

#### OBTENCIÓN DE FACTOR DE CARGA EQUIVALENTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE (FCE).

Formulación para determinar el Factor de Carga Equivalente según el tipo de eje.

Eje simple, rueda simple:

$$FCE = \left( \frac{P}{6.66} \right)^4$$

Eje simple, rueda doble:

$$FCE = \left( \frac{P}{8.20} \right)^4$$

Eje Tándem, rueda doble:

$$FCE = \left( \frac{P}{15.45} \right)^4$$

**Cuadro 3.20. Valores Factor Carga Equivalente.**

TIPO DE VEHÍCULO		Eje simple, rueda simple.		Eje simple, rueda doble.		Eje tándem, rueda doble	
		Peso	F.C.E	Peso	F.C.E	Peso	F.C.E
Livianos		1.00	0.0005				
		1.00	0.0005				
Camioneta		1.00	0.0005				
		2.00	0.0081				
Bus		5.50	0.4651	10.00	2.2118		
Camión	2D	6.00	0.6587	12.00	4.5864		
	3A	6.00	0.6587			20.00	2.8081
	T3-S2	6.00	0.6587			20.00	2.8081
						20.00	2.8081

Fuente: Los Autores.



TIPO DE VEHÍCULO		F.C.E
Livianos		0.0010
Camioneta		0.0086
Bus		2.6769
Camión	2D	5.2451
	3A	3.4668
	T3-S2	6.2748

Fuente: Los Autores.

### 3.10.1 DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE EJES DE CARGAS EQUIVALENTES (8.2 TON) PARA PAVIMENTO FLEXIBLE (ESAL's).

Para determinar el Número de Ejes de Carga Equivalente o también llamados ESAL'S por sus siglas en ingles, se lo ha realizado con la siguiente fórmula, la misma que es dada por el método de diseño de la AASHTO de 1993.

$$ESAL's = TPDA_{medio} \cdot FCE \cdot DDT \cdot PCD \cdot n \cdot 365$$

Donde:

$TPDA_{medio}$  = es el valor promedio de tráfico entre el año inicial y el año al cuál corresponde el período de diseño.

FCE = Factor de Carga Equivalente.

DDT = Porcentaje de Distribución direccional de tránsito.

PCD = Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño.

n = Periodo de Diseño.



Al ser la vía del proyecto de dos carriles por lado se toma como valor de cálculo el 80% como el porcentaje de Vehículos pesados en el carril de diseño, dato que se encuentra en el rango permitido por el método de cálculo, como se puede observar en el cuadro siguiente.

**Cuadro 3.21. Factor de Distribución por Carril.**

CARRILES	% VEHICULOS PESADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80-100
3	60-80
4 ó más	50-75

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Mientras que el valor de Distribución direccional de tránsito se toma el 50%, por razón que se considera que el flujo en cada sentido es similar.

Datos:

DDT = 50%

PCD = 80%

**Cuadro 3.22. Número de Ejes Equivalentes Pavimento Flexible (ESAL's).**

TIPO DE VEHÍCULO		F.C.E	PERIODOS DE DISEÑO			
			10		20	
			TPDA <sub>medio</sub>	ESAL's	TPDA <sub>medio</sub>	ESAL's
Livianos		0.0010	9 405	13959	12 385	36762
Camioneta		0.0086	2 436	30735	3208	80941
Bus		2.6769	998	3900970	1238	9676498
Camión	2D	5.2451	167	1277402	214	3275602
	3A	3.4668	242	1222790	310	3135563
	T3-S2	6.2748	259	2371324	332	6080712
			8817180	TOTAL	22286077	

Fuente: Los Autores.



En el cuadro anteriormente desarrollado, se puede visualizar los Números de Ejes de Carga Equivalente, según el período de diseño definido para el diseño de la estructura vial.

ESAL 10 años = 8 817 180

ESAL 20 años = 22 286 077

Cada uno de estos valores nos servirá para el diseño de la estructura vial.

Para el realizar el diseño de la estructura de la vía se basará en el valor de ESAL 10 años, con el cual se definiría los espesores de cada una de las capas de material que soporten dichas cargas, con esta actividad se cumpliría la primera etapa de diseño.

Mientras que el valor de ESAL 20 años, nos servirá para realizar la repavimentación de la vía al fin de la primera etapa (10 años), y con esta actividad se estaría cumpliendo con la segunda etapa del diseño.

### **3.10.2 DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE EJES DE CARGA EQUIVALENTES (8.2 TON) PARA PAVIMENTO RÍGIDO.**

Para determinar el valor de Ejes Equivalentes para Pavimento Rígido, se toma en cuenta principalmente las cargas de los ejes más pesados, los mismos que en un proyecto son los ejes de la carga vehicular correspondiente a buses y camiones; y a su vez proyectada a su correspondiente Periodo de Diseño.

Para poder iniciar el análisis debemos partir definiendo el valor del Factor de Proyección (FP), partiendo desde el valor de la Tasa de incremento vehicular.

La Tasa de incremento vehicular para este caso se la ha asumido con un valor del 4%, tomado en cuenta los valores de Tasa de incremento vehicular del Cuadro 3.8.

**Cuadro 3.23. Valores Factores de Proyección (FP).**

Tasa de Crecimiento Anual (%)	Periodo de Diseño	
	20 años	40 años
1,0	1,1	1,2
1,5	1,2	1,3
2,0	1,2	1,5
2,5	1,3	1,6
3,0	1,3	1,8
3,5	1,4	2,0
4,0	1,5	2,2
4,5	1,6	2,4
5,0	1,6	2,7
5,5	1,7	2,9
6,0	1,8	3,2

Fuente: USAID/SIECA, Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

Los valores de Factor de Proyección para el Proyecto son:

Periodo de Diseño 20 años; FP = 1.5

Periodo de Diseño 40 años; FP = 2.2

A continuación se procede a determinar el valor del Tráfico Promedio Diario (TPD), calculándolo con el Tráfico Promedio Diario Anual del año de inicio del análisis (TPDAo) y multiplicándolo por el Factor de Proyección (FP); al valor obtenido se lo divide para dos para obtener el tráfico en un solo sentido.

$$TPD = \frac{TPDAo \cdot FP}{2}$$





Donde:

TPDAo = valor del Tráfico en el año de inicio.

TPD = valor del Tráfico Promedio Diario de Diseño.

FP = Factor de Proyección.

Para la Avenida Escalón 3, se obtiene valores de TPD de:

Periodo de Diseño 20 años; TPD = 8 226 Vehículos.

Periodo de Diseño 40 años; TPD = 12 064 Vehículos.

La ecuación para determinar los ESAL's es la siguiente:

$$ESAL's = TPD \cdot PVP \cdot PCD \cdot 365 \cdot n \cdot FS$$

Donde:

PVP = Porcentaje de vehículos pesados.

PCD = Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño.

n = Período de diseño.

FS = Factor de Seguridad.

Para obtener el factor de seguridad (FS) para el análisis, el método facilita el siguiente cuadro en el cual podemos observar el factor de seguridad en función del tránsito que se tiene en el proyecto:

**Cuadro 3.24. Factores de Seguridad de Carga (FS).**

<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Factor de Seguridad</b>
Tránsito Pesado	1,2
Tránsito Medio	1,1
Tránsito Bajo	1,0

Fuente: USAID/SIECA, Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

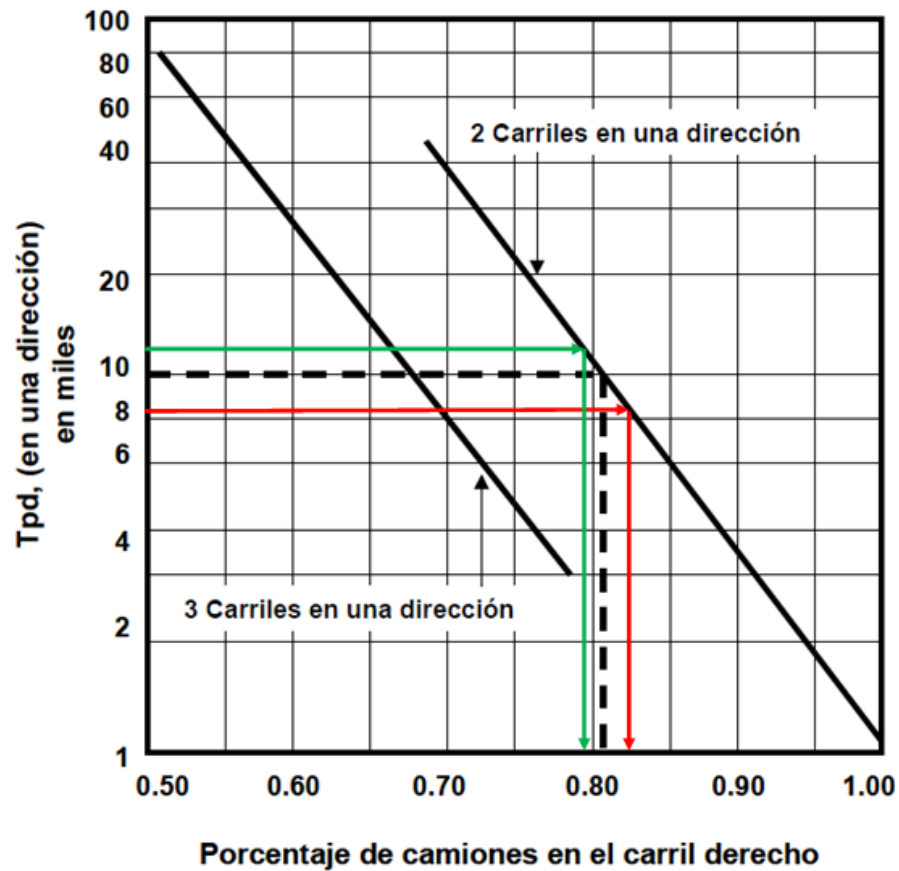
De los resultados obtenidos en el análisis de tráfico se obtuvo los siguientes resultados:

**Cuadro 3.25. Porcentaje de Vehículos Pesados (PVP).**

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>		<b>TPDA</b>	
		<b>2011</b>	<b>%</b>
<b>Automovil</b>		7616	69.44
<b>Camioneta</b>		1973	17.99
<b>Bus</b>		828	7.55
<b>Camión</b>	<b>2D</b>	138	1.25
	<b>3A</b>	199	1.82
	<b>T3-S2</b>	214	1.95
<b>TOTAL</b>		<b>10967</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Los Autores.

**Gráfico 3.3. Porcentaje de Vehículos Pesados en el carril de diseño (PCD).**



Fuente: USAID/SIECA, Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

En el gráfico anterior se puede observar el valor de porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño (PCD); con la línea roja obtenemos el valor de PCD para el Periodo de Diseño 20 años, mientras que la línea verde nos indica el valor de PCD para Periodo de Diseño de 40 años; los cuales son:

Periodo de Diseño 20 años; PCD = 82.50 %

Periodo de Diseño 40 años; PCD = 79.50 %



Con los datos obtenidos anteriormente se procede a calcular los valores de ESAL's para el Diseño de Pavimento Rígido, para cada Periodo de Diseño:

Periodo de Diseño 20 años:

**Cuadro 3.26. Número de Ejes Equivalentes Pavimento Rígido (ESAL's)**

<b>TPDAo</b>	10967	Vehiculos
<b>TPD (una direccion)</b>	8226	Vehiculos
<b>Periodo de Diseño (n)</b>	20	años
<b>Tasa crecimiento de tráfico anual promedio (i)</b>	4.00	%
<b>Factor de Proyección (FP)</b>	1.50	
<b>Porcentaje Vehiculos Pesados carril de diseño (PCD)</b>	82.50	%
<b>Porcentaje Vehiculos Pesados (PVP)</b>	12.57	%
<b>Factor de Seguridad de carga (FS)</b>	1.20	
<b>ESAL's</b>	<b>7472440</b>	

Fuente: Los Autores.

Periodo de Diseño 40 años:

**Cuadro 3.27. Número de Ejes Equivalentes Pavimento Rígido (ESAL's)**

<b>TPDAo</b>	10967	Vehiculos
<b>TPD (una direccion)</b>	12064	Vehiculos
<b>Periodo de Diseño (n)</b>	40	años
<b>Tasa crecimiento de tráfico anual promedio (i)</b>	4.00	%
<b>Factor de Proyección (FP)</b>	2.20	
<b>Porcentaje Vehiculos Pesados carril de diseño (PCD)</b>	79.50	%
<b>Porcentaje Vehiculos Pesados (PVP)</b>	12.57	%
<b>Factor de Seguridad de carga (FS)</b>	1.20	
<b>ESAL's</b>	<b>21122097</b>	

Fuente: Los Autores.



### 3.11 CONCLUSIONES.

- El análisis de Tráfico ha permitido valorar la importancia del tráfico en el diseño de un pavimento, ya que por medio de este se pudo estimar el tráfico que pasa por la vía actualmente y el que pasará en el futuro; y con estas variables se pudo conocer el Número de Ejes de Carga Equivalentes que soportará la vía.
- El análisis de tráfico también permitió clasificar a la vía tanto por su funcionalidad, como por su capacidad, según la normativa pertinente del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador.
- Por medio del presente estudio también se pudo conocer el tipo de vehículos que predominantemente circulan por el sector y clasificar los tipos de tráfico que se presentarán.



## CAPITULO 4.

### 4. DISEÑO GEOMÉTRICO.

#### 4.1 CRITERIOS DE DISEÑO.

La Av. Escalón 3 está ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito, dentro de la Administración zonal Quitumbe al sur de Quito, la topografía de esta vía se caracteriza por ser un terreno Ondulado en su mayor parte, excepto entre las abscisas 1+900 a la 3+000 donde la vía es terreno Plano, en las zonas de altas pendientes se hace imposible cumplir con las Normas Americanas, Inglesas o de otros países, con relación a las pendientes máximas permisibles, no por cuestión técnica sino por el costo de construcción en el alto movimiento de tierras que representaría.

El diseño geométrico en planta se realizó considerando en su totalidad calzadas a un mismo nivel, tomando en cuenta que existen partes ya consolidadas de la vía, donde aceras y bordillos ya están contruidos.

Dadas las características topografías de la vía, se consideran cuatro clases de terreno: llano y ondulado, montañoso y escarpado descritas a continuación:

Terreno Plano.- Con pendientes transversales de terreno natural entre 0 y 5 %. Indica un mínimo de movimiento de tierras, no presenta dificultad en el trazado horizontal, por lo que las pendientes longitudinales de la vía pueden ser menor a 3%.

Terreno Ondulado.- Con pendientes transversales de terreno natural entre 6 y 12 %. Con moderados movimientos de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, por lo que las pendientes longitudinales de la vía deben estar entre 3% y 6%.

Terreno Montañoso.- Con pendientes transversales de terreno natural entre 13% y 40%. Supone grandes movimientos de tierra, Las pendientes longitudinales son fuertes aunque no las máximas entre 6% y 8%. Existe dificultad en el trazado horizontal.



Terreno Escarpado.- Con pendientes transversales de terreno natural mayor serán mayores a 40%. Se necesita un máximo movimiento de tierra, Con muchas dificultades en el diseño horizontal, Las pendientes longitudinales serán mayores a 8%.

## **4.2 CLASE DE CARRETERA.**

De conformidad con los análisis de tráfico, la vía es un CORREDOR ARTERIAL TIPO R II, de acuerdo a la ordenanza municipal es una vía Colectora, Vía de cuatro carriles, dos por sentido.

Cabe indicar que desde la abscisa km 0+000 al 0+500 el ancho de la calzada ya se encuentra definido así como entre las abscisas 1+950 al 2+320, en la sección transversal.

Mientras que entre las abscisas 0+500 al 1+250 la vía está diseñada para cuatro carriles sin parterre, mientras que desde 1+250 al 4+550 se incluye un parterre.

## **4.3 NORMAS DE DISEÑO.**

Las Normas de diseño geométrico, considerando el impacto en el costo de la vía, se adoptaron considerando condiciones topográficas propias del terreno, composición del tráfico actual y proyectado, aplicando las Normas de Diseño – 2003, adoptadas por el Ministerio de Obras Públicas para estudios de carreteras y el Manual de Diseño MTOP-001-E.

De acuerdo con lo expuesto a continuación se presentan los valores límites de diseño recomendadas por el Ministerio de Obras Públicas, además de las ordenanzas municipal ord-3746 Normas de Arquitectura y Urbanismo del Distrito Metropolitano de Quito. Utilizando los valores límites lo menos posible, usando dichos valores donde la topográfica no daba otra alternativa, además se considera que los alineamientos en gran porcentaje siguen el trazado actual.

**Cuadro 4.1. Valores Límites de diseño adoptados.**

Tipo de terreno	Velocidad de diseño (KPH)	Coefficiente de fricción lateral	Pendiente Máxima (%)	Radio mínimo (m)	Coefficiente “K” curvas verticales convexas	Coefficiente “K” curvas verticales cóncavas	Peralte Máximo (%)
Llano	100	0.127	3	350	60	38	10
Ondulado	80	0.140	6	210	28	24	10
Montañoso	60	0.152	8	90	12	13	10
Escarpado	<b>50</b>	<b>0.152</b>		<b>80</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>10</b>

Fuente: ASTEC; T.A.M.S, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.

### **Velocidad Directriz.**

Es la velocidad de diseño seleccionada en función de la cual se diseñan los diferentes elementos de la vía, asegurando condiciones de seguridad y comodidad para los usuarios de la vía.

De acuerdo con las normas de diseño geométrico que rigen en nuestro país y las ordenanzas municipales se determina que la velocidad que rige es la menor la cual es de 50 kilómetros por hora. Dicha velocidad se encuentra en la ordenanza municipal parte vial art. 17 que es independiente del tipo de terreno.

### **Radio Mínimo de Curvas Horizontales.**

De acuerdo a la AASHTO, normas MTOP determinamos el radio mínimo el cual está en función de la velocidad de diseño, peralte y coeficiente de fricción lateral.

Radio mínimo horizontal será de 80 m para la velocidad de 50 kph.

El peralte máximo será de 10%, teniendo en cuenta que la composición de la flota tiene un alto porcentaje de camiones.





El valor del coeficiente de fricción lateral adoptado es de 0.19 para la velocidad de diseño de 50 kph.

### **Pendientes Máximas y Mínimas.**

Correspondientes a la vía considerando que la topografía de la vía registrará las pendientes longitudinales se estima que las pendientes longitudinales serán para terrenos planos de hasta 3%, Ondulados de hasta 6%, montañosos hasta 8% y en ciertos lugares Escarpado de más de 8%.

### **Determinación de las curvas verticales.**

Las longitudes de las curvas verticales se han obtenido en base a las siguientes expresiones:

*Curvas verticales Convexas*     $L=K.A$

*Curvas verticales Cóncavas*     $L=K.A$

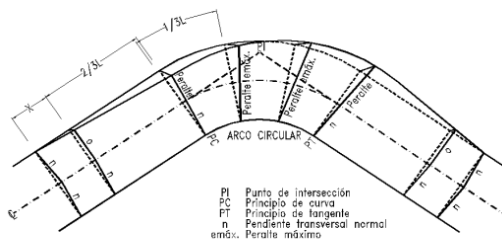
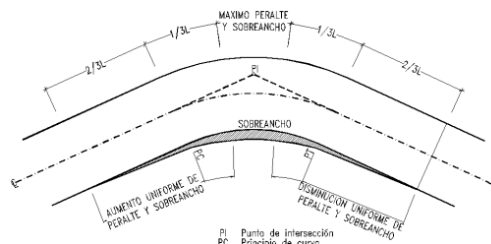
Siendo:

A        =        Diferencia algebraica de las pendientes

K        =        Relación de la longitud de la curva en metros por cada tanto por ciento de la diferencia algebraica de las pendientes.

En los siguientes cuadros se pueden observar los parámetros descritos anteriormente.

**Cuadro 4.2. Peraltes, sobre anchos y longitudes x, l para el desarrollo.**

Velocidad de diseño (Kph)		50	Gradiente Longitudinal		0.6
Ancho de vía (m)		7.3	Pendiente de la vía (%)		2
Peralte máximo (%)					10
Radio (m)	Peralte (%)	Sobreeancho (m)	Longitud X (m)	Longitud de transición L (m)	
				Mínima	Máxima
115	10.00	0.68	12	61	72
130	9.70	0.60	12	59	69
150	9.20	0.52	12	56	64
160	9.10	0.48	12	55	63
200	8.20	0.37	12	50	55
210	8.00		12	49	49
250	7.20		12	44	44
300	6.20		12	38	38
350	5.40		12	33	33
400	4.80		12	29	29
460	4.30		12	26	26
500	4.00		12	24	24
600	3.40		12	21	21
700	3.00		12	18	18
750	2.80		12	17	17
800	2.60		12	16	16
900	2.30		12	14	14
1000	2.10		12	13	13
1100	C.P		12	12	12
1200	S.N				
S.N=Sección Normal.			C.P=Curva con Peralte.		
					
DIAGRAMA DE TRANSICIÓN DEL PERALTE CURVA CIRCULAR			TRANSICIÓN DEL PERALTE Y SOBREEANCHO CURVA CIRCULAR		

Fuente: ASTEC; T.A.M.S, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.

**Cuadro 4.3. Curvas verticales convexas y cóncavas mínimas.**

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad para parada (m)	Curvas Verticales Convexas Mínimas Coeficiente “K” = S <sup>2</sup> /426		Curvas Verticales Cóncavas Mínimas Coeficiente “K” = S <sup>2</sup> /122+3.5 S	
		Calculado	Redondeado	Calculado	Redondeado
<b>50</b>	<b>60</b>	<b>8.40</b>	<b>8</b>	<b>10.80</b>	<b>11</b>
60	75	13.20	13	14.60	15
80	110	28.40	28	23.80	24
100	160	60.00	60	37.50	38

Fuente: ASTEC; T.A.M.S, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.

#### 4.4 SECCIONES TÍPICAS ADOPTADAS.

Conforme las Ordenanzas municipales y Normas de diseño que tiene vigente el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, considerando que ciertas partes de la vía se encuentran ya consolidadas la además de la necesidad de los moradores de tener una vía transversal que conecte la Av. Simón Bolívar con la Av. Nueva Occidental, facilitando el tráfico.

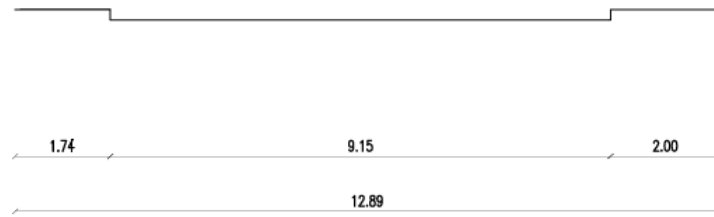
A continuación se describen las diferentes secciones aplicadas para la vía.

##### TRAMO km 0+000–km 0+500.

- Dentro de estas abscisas la vía ya se encuentra ya consolidada puesto que los bordillos y las aceras se encuentran en un gran porcentaje construidas por lo que se consideró respetar el ancho existente de calzada y varía desde 9.15 m a 18.30 m. Las pendientes transversales serán de 2% hacia las partes extremas.
- El radio de la curvatura en intersecciones el radio para los bordillos será de 5 m de acuerdo a la ordenanza Municipal.



### SECCION TRANSVERSAL 0+000



Fuente: Los Autores.

### SECCION TRANSVERSAL 0+500



Fuente: Los Autores.

### **TRAMO 0+500 a 1+250.**

- La vía es de cuadro carriles de ancho de 3.65 m dos carriles por sentido y aceras a ambos lados de la vía, el ancho total de la calzada será de 14.60 m.

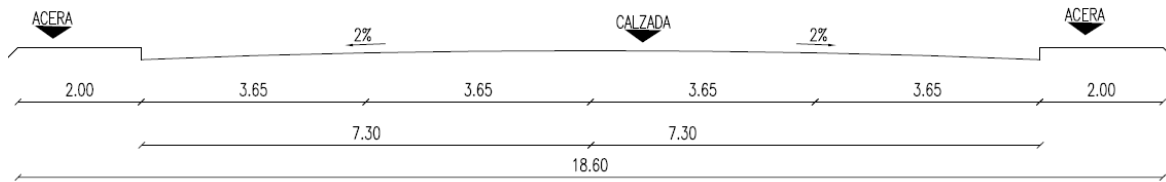
La pendiente transversal considerada es de 2%.

En los tramos de curva, el giro de la sección hasta alcanzar el peralte exigido por el diseño se efectuara de acuerdo al ancho de la calzada.

Aceras a ambos lados de la vía con un ancho de 2 m y en su borde estarán en contacto con talud.



### SECCION TRANSVERSAL 0+500 AL 1+250



Fuente: Los Autores.

### **TRAMO 1+250 a 4+550.**

La vía es de cuadro carriles de ancho de 3.80 m dos carriles por sentido aceras a ambos lados de la vía, el ancho total de la calzada será de 15.20 m.

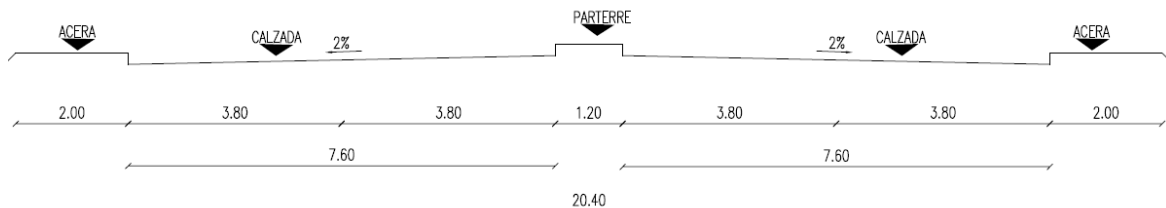
La pendiente transversal considerada es de 2%.

En los tramos de curva, el giro de la sección hasta alcanzar el peralte exigido por el diseño se efectuara de acuerdo al ancho de la calzada.

Un Parterre de separación en medio de la vía con un ancho de 1.20 m cumpliendo requerimientos de ancho de parterre.

- Aceras a ambos lados de la vía con un ancho de 2 m cumpliendo las ordenanzas de ancho mínimo y en su borde estarán en contacto con talud.

### SECCION TRANSVERSAL 1+250 AL 4+550



Fuente: Los Autores.

**Cuadro 4.4. Elementos de la sección transversal.**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Autovía 0+000 - 0+500</b>	<b>Autovía 0+500 - 1+250</b>	<b>Autovía 1+250 - 4+550</b>
Número de calzadas	1	1	2
Número de carriles	4	4	4
Ancho calzada (m)	Variable	14.60	15.20
Ancho carril (m)	Variable	3.65	3.80
Ancho parterre central (m)	0	0	1.20
Aceras	2	2	2
Ancho de Aceras (m)	-	2.00	2.00
Pendiente transversal calzada %	2	2	2
TOTAL SECCIÓN MIXTA	Variable	18.6	20.4

Fuente: Los Autores.

## 4.5 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.

En la etapa preliminar, con el propósito de tener control sobre el alineamiento horizontal, se colocaron 6 puntos GPS, dos al inicio del proyecto, dos aproximadamente en la mitad y dos unos 500m antes del final del proyecto.

Con los puntos control se partió con un polígono preliminar abscisado y nivelado geométricamente, desde el cual se realizó el levantamiento topográfico de la vía en un ancho de 50 m, 25 m a cada lado del eje de la vía existente, y 100 m, 50 m a cada lado en zonas donde la vía no existía.

Estos datos fueron procesados y dibujados, obteniéndose una topografía a escala 1:1.000 con él se procedió a diseñar el eje de la vía.



Además se levantó todos los pozos, quebradillas, sequias existen en la vía con el propósito de analizar el drenaje de la vía.

Una vez aprobado el estudio preliminar, se materializó el polígono de replanteo en el terreno en base a coordenadas tomadas del polígono preliminar, con relación al eje del proyecto de diseño.

Estos polígonos se localizaron utilizando una Estación Total para obtener distancias y ángulos horizontales exactos entre PIs y POTs.

El polígono fue abscisado cada 20 m en tangentes y cada 10 m en las curvas circulares. Además, Posteriormente se referenció los elementos de las curvas circulares, como son los PC, PT luego se efectuó la nivelación geométrica cerrada, partiendo de los puntos de control.

Con los datos de campo ya procesados y dibujados, tanto en planta como en perfil, se procedió al ajuste del proyecto vertical (perfil longitudinal).

**CUADRO 4.5. Lista de puntos GPS.**

ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación Ortométrica (Metro)	Elevación m.s.n.m (Metro)	Factor de escala de proyección	Ángulo de convergencia de meridiano
GPS-1	493354.46	9962006	3143.601	3169.204	1.00045895	0°00'01"
GPS-2	493583.53	9962032.88	3124.213	3149.816	1.00045891	0°00'01"
GPS-3	496636.92	9961490.58	3041.412	3067.015	1.00045854	0°00'01"
GPS-4	496841.64	9961348.28	3075.129	3100.732	1.00045852	0°00'01"
GPS-5	495004.53	9962223.25	3025.846	3051.449	1.00045871	0°00'01"
GPS-6	495082.74	9962206.79	3021.768	3047.371	1.0004587	0°00'01"
MIRA VALLE	499011.46	9970086.5	3186.047		1.00045841	0°00'00"

Fuente: Los Autores.

En el Anexo 4.1 se puede observar detalladamente los puntos obtenidos en el Levantamiento Topográfico.



#### **4.6 ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL.**

El diseño horizontal se adaptó al eje donde la vía está consolidada, respetando el ancho existente, tratando de evitar daños a las viviendas aledañas al proyecto, respetando todas las construcciones existentes en lo posible, aunque entre las abscisas 1+270 y 1+480 se encuentran galpones donde evitar la afectación es imposible .

El ensanchamiento de la vía propuesta en la mayoría de los casos se ha realizado a un solo lado pero existen ciertos casos en que no se puede mantener este criterio por afectaciones a construcciones y nos hemos visto obligados a que el eje del proyecto vaya centrado al eje de la vía existente, teniendo por tanto que realizarse el corte o relleno a los dos lados.

El proyecto vertical también se encuentra enmarcado dentro de las normas. Sobre el perfil longitudinal del terreno, realizado en escala 1:1.000 y con los perfiles transversales, se realizó el reajuste del proyecto vertical, el mismo que no ha sufrido modificaciones mayores con relación al preliminar.

Además se dio mucha atención al final de la vía cuando se encuentra con la Av. Simón Bolívar, en el Cruce con la Av. Maldonado, con la Av. Turubamba donde se diseñó como intersecciones las mismas se explican posteriormente.

En el Anexo 4.2 se puede observar detalladamente la Localización de Curvas, distancias y demás detalles a considerar en el diseño.

A continuación se presenta el cuadro de curvas horizontales y verticales.



**Cuadro 4.7. Cuadro de Curvas Horizontales.**

Punto/ PI	PI	Angulo de deflexión	Sentido	Radio (m)	Lc	Abscisas	
						PC	PT
1	0+243.75	11° 6' 58"	Izquierda	160.00	31.042	0+228.18	0+259.22
2	0+497.27	7° 43' 43"	Izquierda	300.00	40.468	0+477.00	0+517.47
3	0+589.39	5° 54' 6"	Derecha	400.00	41.203	0+568.77	0+609.97
4	0+709.96	4° 33' 5"	Derecha	300.00	23.832	0+698.03	0+721.86
5	0+955.00	3° 28' 9"	Derecha	450.00	27.246	0+941.38	0+968.62
6	1+094.37	13° 9' 6"	Derecha	230.00	52.795	1+067.86	1+120.65
7	1+293.06	1° 21' 46"	Izquierda	1400.00	33.296	1+276.41	1+309.71
8	1+562.09	6° 9' 38"	Derecha	350.00	37.633	1+543.26	1+580.89
9	1+844.82	2° 22' 15"	Izquierda	800.00	33.104	1+828.27	1+861.37
10	2+334.97	1° 59' 1"	Izquierda	3500.00	121.163	2+274.38	2+395.54
11	2+560.97	0° 28' 56"	Izquierda	3500.00	29.460	2+546.24	2+575.70
12	2+846.98	3° 34' 46"	Derecha	1800.00	112.450	2+790.74	2+903.19
13	3+093.20	57° 13' 5"	Derecha	100.00	99.864	3+038.66	3+138.52
14	3+477.48	38° 10' 52"	Izquierda	120.00	79.966	3+435.95	3+515.91
15	3+656.68	46° 13' 13"	Derecha	100.00	80.670	3+614.01	3+694.68
16	3+913.22	60° 51' 0"	Izquierda	100.00	106.203	3+854.49	3+960.69
17	4+030.57	11° 37' 11"	Derecha	150.00	30.420	4+015.31	4+045.73
18	4+178.13	5° 21' 16"	Izquierda	350.00	32.709	4+161.76	4+194.47
19	4+344.68	46° 9' 33"	Izquierda	120.00	96.676	4+293.54	4+390.22
20	4+511.54	55° 38' 32"	Derecha	90.00	87.403	4+464.05	4+551.45
21	4+521.00	41° 8' 1"	Izquierda	151.78	108.965	4+464.05	4+573.02

La PI 21 corresponde a la curva generada para el acceso desde la Av. Simón Bolívar en la intersección a nivel.

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 4.8. Curvas Verticales.**

No. PIV	Abscisas PIV	Longitud CVL (m)	Pendientes		Cotas (m)	K
			Ingreso	Salida		
1	180	150	-8.53%	-7.73%	3154.20	187.447
2	400	150	-7.73%	-9.25%	3137.20	98.507
4	560	150	-9.25%	-8.27%	3122.40	153.488
5	780	100	-8.27%	-7.67%	3104.20	165
6	900	100	-7.67%	-6.00%	3095.00	60
7	1050	100	-6.00%	-6.50%	3086.00	200
8	1180	100	-6.50%	-0.97%	3077.55	18.095
9	1370	100	-0.97%	-9.00%	3075.70	12.459
10	1600	150	-9.00%	-5.25%	3055.00	40
11	1800	150	-5.25%	-3.50%	3044.50	85.714
12	2020	150	-3.50%	-3.00%	3036.80	300
13	2260	150	-3.00%	-2.54%	3029.60	327.273
14	2500	150	-2.54%	-1.98%	3023.50	265.772
15	2720	150	-1.98%	-0.59%	3019.15	108.070
16	3000	200	-0.59%	6.79%	3017.50	27.119
17	3280	150	6.79%	9.14%	3036.50	63.770
18	3570	150	9.14%	8.67%	3063.00	318.293
19	3780	150	8.67%	8.38%	3081.20	531.818
20	4040	150	8.38%	9.66%	3103.00	118.058
21	4330	150	9.66%	-2.35%	3131.00	12.490
24	4464.05	100	-2.35%	2.87%	3127.84	19.137

El PIV 24 corresponde a la intersección a nivel de la en la Av. Simón Bolívar.

Fuente: Los Autores.



## 4.7 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE DISEÑO.

**Cuadro 4.9. Resumen características geométricas de Diseño.**

**Avenida Escalón 3: Km 0+000 – Km 4+550.**

Velocidad de diseño (kph)	Pendiente	Longitud (metros)	Porcentaje (%)	
100	<3%	645	35.73	
80	3%-6%	170	9.42	
60	6%-8%	225	12.47	
50	>8%	765.00	42.38	
TOTAL		1,805.00	100	
Desnivel total tramo (metros)			151.46	
Total pendientes y contrapendientes (metros)			1,815.00	
Elevación media (m s.n.m)			3,077.00	
Pendiente media (%)			-1.91	
Pendiente absoluta (%)			5.59	
Longitud de bajadas (m)			3,165.00	
Longitud de subidas (m)			1,550.00	
Diferencia de nivel de bajadas (m)			151.46	
Diferencia de nivel de subidas (m)			111.14	
Velocidad de diseño (Km/h)	Radios en curvas horizontales	Número total de curvas horizontales (u)	Longitud de curvas horizontales (m)	Porcentaje con relación a la longitud total de curvas horizontales (%)
100	>350	7	397.92	30.455
80	210-350	5	187.44	14.345
60	90-210	9	721.21	55.19
50	<90	0	0	0
Número Total		21	1,306.57	100
Longitud de tangentes (m)			3,243.43	

Fuente: Los Autores.



## 4.8 DISEÑO GEOMÉTRICO DE INTERSECCIONES.

Al realizar el diseño definitivo de intersecciones, se lo realiza con el propósito de facilitar el flujo vehicular. Para generar una solución se ha considerado los siguientes factores:

- Clasificación de las vías
- Datos de TPDA
- Topografía

Analizando la información se determinó la solución propuesta que solventa la demanda de tráfico, además se dio atención al derecho de vía.

### NORMAS Y ESPECIFICACIONES ESPECIALES DE DISEÑO.

Se realizó el diseño de intersecciones considerando los manuales “A Policy on Design of Urban Highways and Arterial Streets” AASHTO-1973, “Manual de Ingeniería de Tránsito” (Reuben H. Donelley), “Manual de Diseño de Carreteras” MTOP-001-E-1974, “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-2003, “Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones MTOP”.

#### Alineamiento Horizontal.

Para una Intersección, isleta, la velocidad de diseño de las rampas varían entre 20 y 50 km/hr. En el diseño se consideró las características de las vías involucradas, (Av. Simón Bolívar, Av. Maldonado, Cruce con el Ferrocarril y Av. Escalón 3) mediante la localización del eje de la vía que para nuestro caso será la mitad del parterre.

Y partir de ese punto se diseñan los diferentes carriles de circulación y que proporcionen un mínimo de conflictos entre los vehículos que giran y los que continúan en el sentido de la vía.



El terreno donde se implanta la vía ofrece muy buenas condiciones para el diseño de las intersecciones y las isletas de ser considerado.

**Cuadro 4.10. Valores recomendables de velocidad de diseño en rampas en relación a la velocidad de diseño de la carretera principal.**

Velocidad de diseño de la vía (km)		50	60	70	80	90	100	110
Velocidad de diseño de la rampa (km)	Recomendable	50	55	65	70	80	85	90
	Mínimo	30	30	35	40	50	50	50
Radio mínimo correspondiente (m)	Recomendable	75	95	135	160	210	240	275
	Mínimo	25	25	35	45	75	75	75

Fuente: ASTEC; T.A.M.S, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.

**Cuadro 4.11. Radios mínimos para curvas en ramales o lazos.**

Velocidad de diseño de la vía (km)	20	30	40	50	60	65
Factor de fricción lateral (f)	0.35	0.29	0.23	0.2	0.17	0.16
Peralte mínimo asumido (e)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
Total (e+f)	0.35	0.31	0.27	0.26	0.25	0.25
Radio mínimo calculado (m)	9	22.86	46.66	75.71	113.39	133.07
Radio mínimo de diseño (m)	10	25	45	75	115	135
Velocidad promedio operación (km/h)	20	25	35	40	50	54

Fuente: ASTEC; T.A.M.S, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.



Para el caso donde se consideró una como solución una isleta en el cruce con la Av. Simón Bolívar, al igual que en la abscisa 2+350 en la intersección con la Av. Turubamba, donde además se ha materializado con la construcción de bordillos la mitad de la intersección, la misma que ya está diseñada.

Nota: Las dimensiones del cuadro están en pies.

### **ALINEAMIENTO VERTICAL.**

Para el proyecto vertical de la Av. Escalón 3 se establecen las siguientes recomendaciones:

- El alineamiento vertical no debe exceder la gradiente máxima de 10%.
- El desarrollo del proyecto vertical del eje principal, se realizó en el eje del proyecto el mismo que para el tramo de 1+250 al 4+460, está ubicado en el centro del parterre central, el punto de giro para el desarrollo de los peraltes se encuentra ubicado en los bordillos a 0.60 m del eje. Para las Rampas, el eje del proyecto está en el borde izquierdo de la calzada de acuerdo al sentido de la vía.
- Se debe prever que la pendiente sea consistente y apta las pendientes de la vía con el fin de exista un buen drenaje.

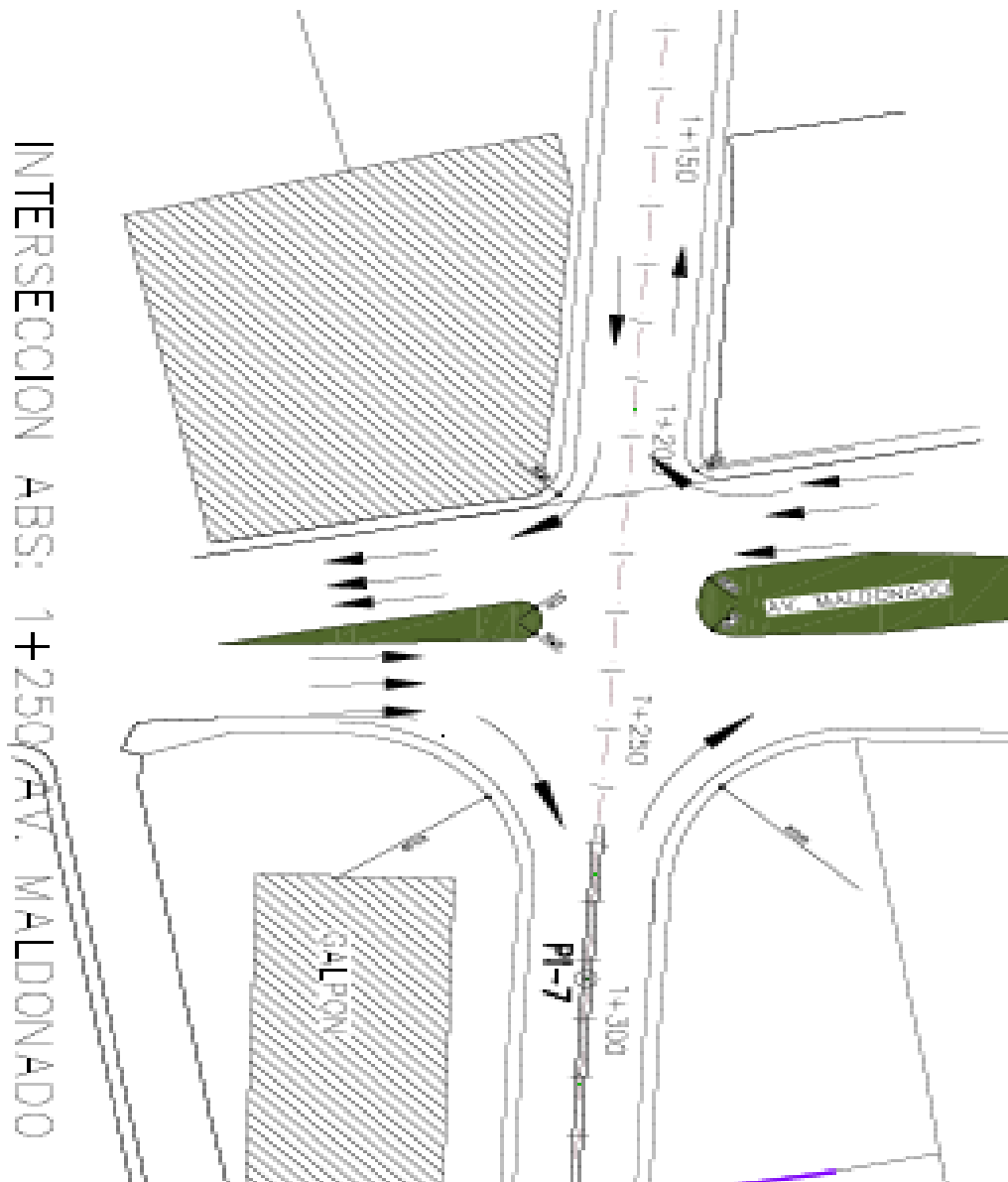
### **TIPO DE INTERSECCIÓN.**

Para la Av. Escalón 3 se determinan tres intersecciones donde es necesario realizar un análisis:

- 1+240 intersección con la Av. Maldonado
- 2+350 intersección con la Av. Turubamba.
- 4+550 intersección con la Av. Simón Bolívar.

**1+240 Intersección con la Av. Maldonado.-** Es una intersección tipo cruz donde la vía Principal es la Av. Maldonado mientras la Av. Escalón 3 es 1 vía secundaria. Los radios establecidos se muestran en la figura.

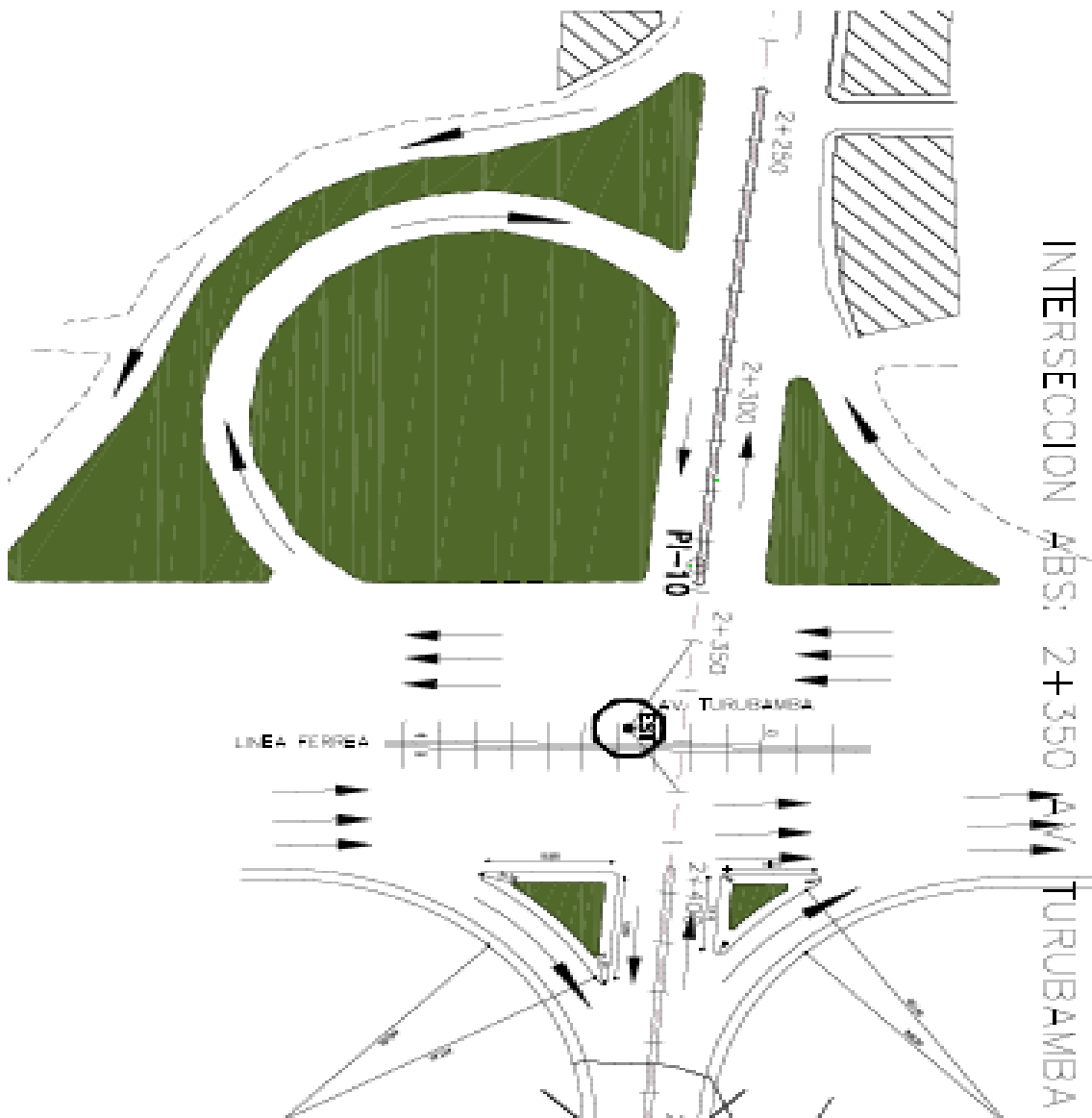
**Gráfico 4.1. Intersección con la Avenida Pedro Vicente Maldonado.**



Fuente: Los Autores.

**2+350 Intersección con la Av. Turubamba.-** Es una intersección tipo cruz donde la vía Principal es la Av. Turubamba mientras la Av. Escalón 3 es 1 vía secundaria. Los radios establecidos se muestran en la figura. Además es de consideración que la mitad de la intersección ya se encuentra diseñada y trazada por bordillos mientras que la otra mitad se diseña considerando isletas y rampas canalizadoras para conectar a la Av. Turubamba, como lo muestra la figura.

**Gráfico 4.2. Intersección con la Avenida Turubamba.**



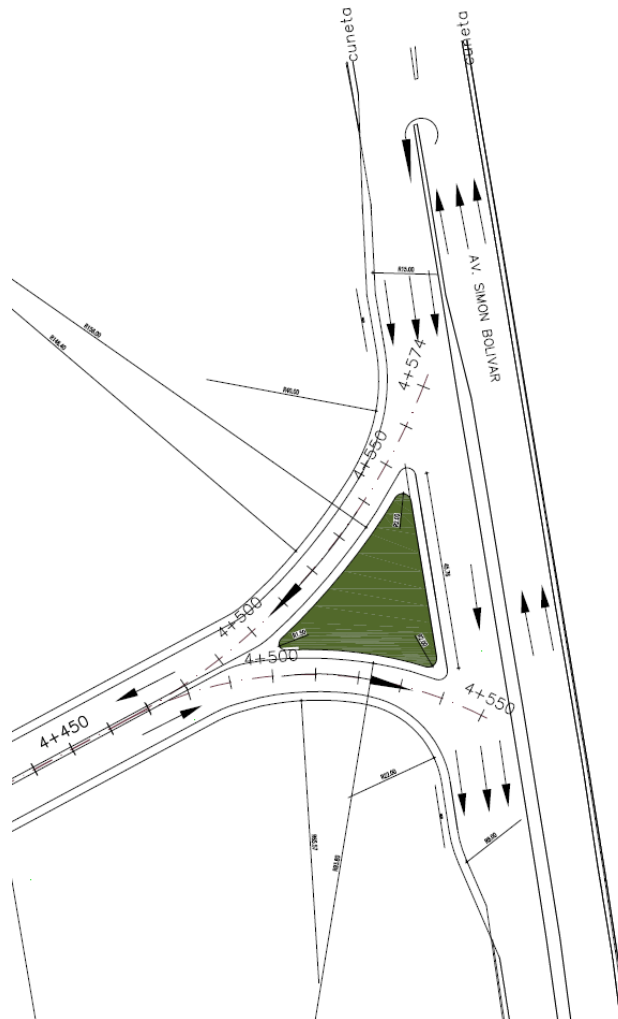
Fuente: Los Autores.



**4+550 intersección con la Av. Simón Bolívar.-** Esta Intersección está ubicado en la intersección es tipo “T”, pues la Av. Simón Bolívar, se desarrolla en el sentido norte-sur y viceversa, mientras que el acceso a la Av. Escalón 3 se desarrolla hacia el occidente, se generó una isleta y dos carriles de resguardo tanto para el ingreso como para la salida de la Av. Escalón 3.

El sitio escogido para el diseño de esta intersección está caracterizado por una topografía regular sobre un terreno llano-ondulado donde los volúmenes son los más bajos posibles. Como muestra la figura.

**Gráfico 4.3. Intersección con la Avenida Simón Bolívar.**



Fuente: Los Autores.



## **4.9 DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN.**

### **4.9.1 INTRODUCCIÓN.**

El diseño de señalización (horizontal y vertical) de la Av. Escalón 3 se lo realizó en su forma íntegra desde la abscisa 0+000 (Av. Nueva Occidental) a la 4+550 (Av. Simón Bolívar). Dicho diseño obedece a una carretera de cuatro carriles, en función de la velocidad de diseño pendientes, que la vía cruza por sitios urbanos, considerando la seguridad que es lo prioritario, por lo que se han incluido la cantidad suficiente de manera de ofrecer condiciones adecuadas para una óptima circulación de los peatones como del tráfico vehicular.

El diseño tiene por objetivo adaptarse de la mejor manera a la red local de vías del distrito metropolitano de Quito y a la red nacional de vías ya que al conectar la vía a la Av. Simón Bolívar estamos conectados a la red nacional ya que dicha vía es el principal acceso hacia la ciudad de Quito desde el Sur de país y la Región Costa.

El estudio considera incorporar esquemas y formatos de señalización horizontal y señalización vertical considerando una vía de 4 carriles, Se añaden medidas necesarias para garantizar la seguridad de conductores y peatones con la presencia de dispositivos de regulación de tráfico vehicular como son los cruces a nivel, isleta, tratando de minimizar los sitios de conflicto y tener una circulación lo más segura posible.

### **4.9.2 DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRÁNSITO.**

Los dispositivos para el control de Tránsito en las vías, tienen como fin proveer a los usuarios viales (peatones y conductores), de la información y dispositivos suficientes y necesarios para el desarrollo seguro de la movilización dentro del corredor vial. En tal sentido, estos dispositivos están constituidos por elementos de demarcación vial (Señalización Horizontal) en el pavimento como son líneas divisorias de carril, flechas direccionales, demarcación de zonas especiales, símbolos o frases y tachas reflectivas; así como de señalización vertical para



prevenir e informar a los transeúntes respecto a las condiciones de circulación en el tramo vial. Estos dispositivos tienen como funciones básicas las siguientes:

- Advertir al usuario de las restricciones y maniobras permitidas que provoquen un viaje seguro, así como regular el uso de la vía en todo momento.
- Informar los posibles riesgos y peligros que puedan aparecer durante el trayecto de la vía, por cambios en la geometría de la vía o sobre la presencia de limitaciones que obliguen una modificación de la circulación normal.
- Informar a los usuarios de la vía sobre los datos complementarios del viaje, poblaciones que se encuentran a lo largo de la ruta.

Para los dispositivos que se encuentran considerados dentro del diseño, uniformidad y estado. Asegurando la correcta interpretación de los usuarios de la vía.

Además utilizando normas indicadas:

- Los símbolos y leyendas de la señalización vertical deberán ser claras y uniformes. No variando las nomenclaturas ni los colores ni los estados de la señalización existente para no generar confusiones.
- No saturar la vía con un número elevado de señales lo cual significaría tensionar al conductor.

En cada poste de señalización solo se debe ubicar una sola señal.

En el diseño de señalización de la Av. Escalón 3, las normas de diseño aplicadas se deben complementar con recomendaciones de manuales de diseño nacional e internacional.

Los manuales con los que se ha diseñado el proyecto son:

- Manual de Señalización vial dispositivos para regulación de tránsito de calles, carreteras y ciclorutas de Colombia.
- Reglamento técnico de señalización vial. RTE INEN 4:2003



#### **4.9.3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.**

Demarcación en el pavimento, las demarcaciones son líneas, símbolos y letras o frases que se pintan en la capa de rodadura, cuya función es de canalizar el tránsito a través de cada uno de los carriles de la vía para guiar o informar a los usuarios sobre las características geométricas de la vía o de los cambios que se producen por efecto de modificaciones del diseño. Dando al conductor una advertencia sin la necesidad de que pierda la concentración.

Las señales horizontales son instaladas con la finalidad de uniformizar el diseño e informar a los usuarios, con especial atención a los conductores de forma tal que las señales sean reconocidas y entendidas de manera rápida.

##### **Tipos y Colores.**

Se aplican pinturas reflectivas en el pavimento, además de otro tipo de dispositivos como tachas.

En el diseño horizontal se indica un sistema de demarcación en el pavimento constituido fundamentalmente por líneas de color blanco entrecortadas con un ancho de 12 cm. (longitud 4.5 metros pintado – 7.5 metros libre) para la división de carril para toda la vía. De igual manera se prevé colocar una línea continua de color blanco y ancho de 12 cm. para la separación entre el carril externo de la acera.

En el Tramo 1+250 al 4+550 para la línea de división entre el carril interno (izquierdo) y el bordillo de parterre, se ha previsto la demarcación con una línea de color amarillo continua de un ancho de 12 cm.

Los tipos de demarcaciones horizontales se dividen en los siguientes grupos:



### **Líneas Longitudinales y Transversales.**

LC-1 Línea continua de división entre el borde de carril y la acera, de 0.12 m de ancho, blanca, delimita el carril exterior de la vía y el bordillo.

LS-1 Línea de Viraje, entre cortada que facilita el ingreso o salida de vehículos en una intersección, de 0.12 m. de ancho, blanca, alineada con la LC-1. Pintado 0.60 m. y 0.60 m libre.

LS-2 Línea entre cortada de división entre carriles, de 0.12 m. de ancho, blanca, divide los carriles de circulación, con una longitud del segmento pintado de 4.5 m. y 7.5 m. de espaciamiento libre.

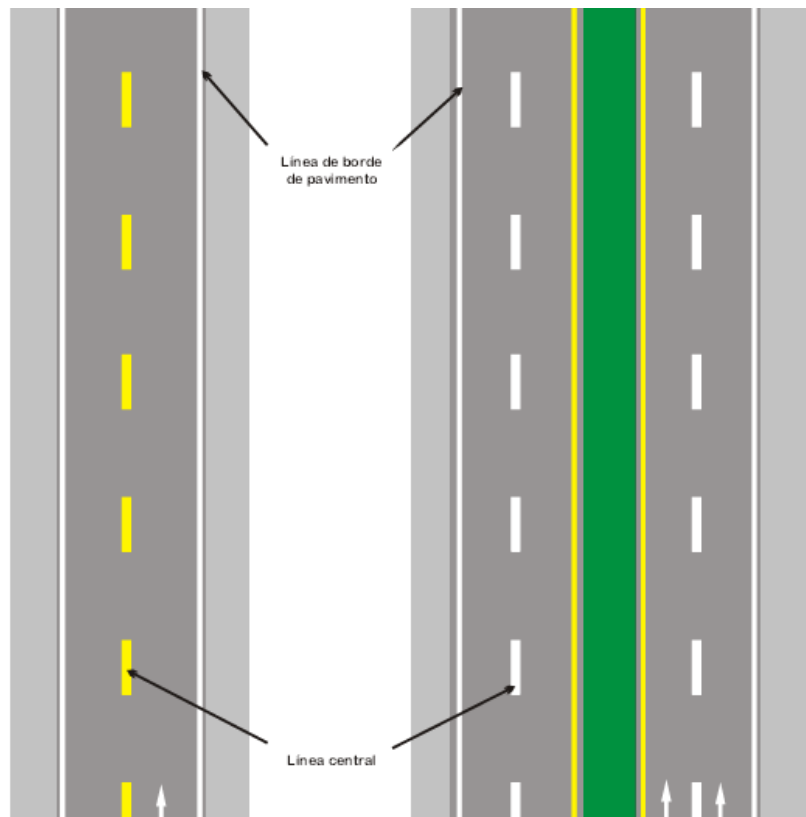
LC-2 Línea continua de división entre el carril interno y el bordillo del parterre, de 0.12 m de ancho, amarilla, delimita el carril interno y el parterre central.

LS-3 Línea discontinua de división del carril interno y el bordillo del parterre, de 0.12 m. de ancho, amarilla que permite el viraje hacia la izquierda en los giros de la vía. Pintado 0.60 m y 0.60 m libre.

LC-3 Línea de Pare, continua que obliga al conductor detenerse para realizar la maniobra sea de detención o de giro, de 0.40 m de ancho por la longitud requerida.

LC-5 Línea de paso peatonal Cebra, Franja entre cortada de 0.40 m de ancho y 0.60 m de separación con una longitud de 4.00 m, colocadas en sitios de cruce peatonal.

**Gráfico 4.4. Líneas del pavimento.**



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

### **Flechas.**

Son colocadas para guiar a los conductores respecto al sentido del carril y para que decida seleccionar el carril apropiado para realizar maniobras de giro.

### **Materiales para la Señalización Horizontal.**

Los Materiales para el diseño y considerados en el presupuesto en la parte de señalización horizontal son indicados de la sección 826 del manual MOP F-001 2000, pero por durabilidad



se recomienda el uso de pinturas acrílicas o a base de agua en las cuales se debe incluir microesferas de vidrio para mantener la reflectividad y visibilidad para los usuarios.

El rendimiento será definido por el fabricante para garantizar la durabilidad de las señales, pero los datos recomiendan:

**Rendimiento de Pintura.**-10 galones de pintura por cada kilómetro de franja continua de ancho 0.12 m.; dando un total de 12 m<sup>2</sup> por galón. El cálculo para líneas discontinuas deberá realizarse proporcionalmente al área efectivamente cubierta por la pintura, dando un valor de 3.75 galones por kilómetro.

**Microesferas de Vidrio.**- 5.5 kg de microesferas de vidrio por galón de pintura o 55 Kg. por kilómetro de franjado continuo de 12 cm. de ancho y 21 Kg. de microesferas de vidrio por kilómetro de franjado discontinuo.

### **Marcas sobresalidas en el pavimento.**

Son marcas ubicadas para colaborar con la señalización horizontal especialmente para la noche, pues están compuestos de material reflectivo que ilumina por la presencia de la luz de los faros de los vehículos.

Normalmente se instalan en las líneas divisorias de carril externo y el bordillo de la acera y la línea divisoria entre el carril interno y el bordillo del parterre.

La colocación de los dispositivos se debe realizar para el caso de líneas de separación de carril continuas divisorias de carriles y bordillos se las colocará cada 12 m. y a una distancia de 0.10 m. del borde externo de la línea.

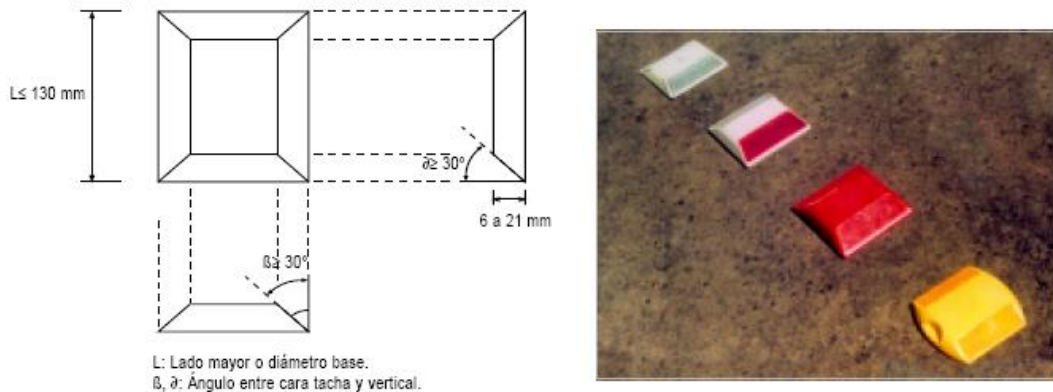
En la Av. Escalón 3 se ubicaran los “ojos de gato a partir de la abscisa 2+400 hasta el final del proyecto por motivo que no existe un tendido eléctrico en la vía por se hace necesario.

Debido al diseño propuesto, las marcas sobresalidas (tachas u ojos de gato) deben disponer únicamente de material reflectivo en el lado expuesto a la luz de los vehículos y será de color

blanco, tanto para las líneas divisorias de carril así como para las líneas de borde entre carriles y los bordillos de acera y parterre.

Las especificaciones serán las indicadas en la sección 705-3.05 del MOP-F-001.

**Gráfico 4.5. Material Reflectivo.**



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

#### 4.9.4 SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza.

El diseño de la Av. Escalón 3 en función de los manuales de señalización vial analizados se ha previsto colocar señales verticales.

De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

- Señales Reglamentarias.
- Señales Preventivas.
- Señales Informativas.





#### 4.9.4.1 Señales reglamentarias.

Las señales reglamentarias tienen por objeto indicar a los usuarios de la vía las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso. Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre

Dentro de las señales utilizadas para este proyecto podemos distinguir los siguientes tipos:

**PARE.-** Sirve para indicar al conductor que tiene que parar completamente el vehículo y sólo reanudar la marcha cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

**CEDA EL PASO.-** Sirve para notificar al conductor la prelación de la vía en la cual se va a incorporar. Deberá colocarse en todo lugar en donde se requiera disminuir la velocidad o detener el vehículo, para ceder el paso a los que circulan por la vía prioritaria e ingresar a ésta sólo cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

**VELOCIDAD MÁXIMA.-** Esta señal se empleará para notificar la velocidad máxima a la que se puede circular para este proyecto es de 50 km/hr, La limitación de velocidad debe aparecer razonable y no innecesariamente restrictiva, pues los límites excesivos perjudican la credibilidad de la señalización, la capacidad de la carretera, o provocan accidentes por alcance o formación de colas. Su utilización deberá estar soportada en un estudio de velocidad de operación.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

**VEHÍCULOS PESADOS A LA DERECHA.-** Esta señal se empleará para notificar a los conductores de vehículos pesados y buses que deben circular por el carril derecho, con el objeto de dejar libres los carriles restantes para el tránsito de vehículos ligeros. Se usará exclusivamente en tramos de vías con dos o más carriles por sentido de circulación, incluyendo los carriles especiales de ascenso. Esta señal deberá ubicarse en el costado izquierdo de la calzada.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.



**SENTIDO DE CIRCULACIÓN DOBLE.-** Esta señal se empleará para indicar a los usuarios el doble sentido de circulación en la vía a la cual se va a entrar o interceptar. Se utilizará en zonas urbanas.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

### **Colores y dimensiones.**

Las señales tendrán el fondo blanco, la orla negra, círculo interno rojo y los símbolos y letras negras. Las dimensiones son equivalentes a un diámetro externo de 75 cm y cuyas características están reseñadas en el plano de detalle.

#### **4.9.4.2 Señales preventivas.**

Llamadas también de prevención, tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta.

Las señales preventivas utilizadas para el proyecto son las siguientes:

**CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA Y CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA.-** Estas señales se emplearán para advertir al conductor la proximidad de una curva pronunciada a la izquierda o a la derecha, en la cual es necesario reducir la velocidad en un valor entre el 30% y el 10% de la misma, para tomar la curva de forma segura.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

**SEMÁFORO.-** Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a una intersección regulada por semáforos, donde no es común encontrar este tipo de dispositivos de regulación del tránsito.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

**DESCENSO PELIGROSO.-** Usada para advertir al conductor la proximidad a un sector de la vía con una pendiente fuerte de descenso que pueda incrementar, hasta condiciones peligrosas, la velocidad del vehículo si no se toman las precauciones necesarias.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.



**PEATONES EN LA VÍA.-** Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a lugares frecuentados por peatones que caminan sobre la calzada o la cruzan a nivel, en un sitio determinado.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

**ZONA DEPORTIVA.-** Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a una zona destinada a campos de juego adyacentes a la vía.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

**ANIMALES EN LA VÍA.-** Esta señal se empleará para advertir al conductor la posibilidad de tránsito de animales sobre la vía.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.



**CRUCE A NIVEL CON EL FERROCARRIL.-** Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a un paso a nivel con el ferrocarril, sin barrera o con barrera operada manual o automáticamente al paso del tren.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

**PASO A NIVEL.-** Esta señal se empleará para indicar el sitio mismo donde la calle o carretera intercepta una o varias líneas ferroviarias. Esta señal se coloca en el sitio mismo de la advertencia.



Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial de Colombia, 2004.

### **Colores y dimensiones.**

Los colores utilizados para estas señales son amarillos para el fondo y para las orlas y leyendas o símbolos serán de color negro mate. En cuanto a dimensiones deberán ser de 0.75 m. por 0.75 m., recomendado por la norma INEN para una velocidad de 50 km/h.



#### 4.9.4.3 Señales informativas.

Las señales informativas tienen por objetivo proveer a los usuarios de datos relacionados con la ubicación de destino, población, ubicación de salidas.

Para el diseño de la señalización informativa del proyecto, se han establecido los parámetros en los cuales se informa sobre determinado ingreso o salida (por lo general a 50 m. antes del evento), la confirmación del ingreso o salida por lo general a 50 m.



Fuente: Los Autores.

#### Placas de localización.

Son placas que informan a los conductores que han llegado al lugar de destino, o en otro caso resaltan alguna señal.

#### Colores y Dimensiones.

Los colores utilizados para las placas de dirección, indicación de sentido y localización deberán tener fondo verde y los símbolos y orlas de color blanco; como indica el gráfico.

El diseño y dimensiones de las señales informativas se encuentran señaladas en el plano de detalle.

#### Materiales para la Señalización Vertical.

Conforme a los criterios y recomendaciones del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F 2002 y de las Especificaciones Técnicas para Materiales y Para la Colocación de Señales en Obras Viales, MOP, 1994, los materiales para la señalización vertical serán los siguientes:



**Poste:** Para los postes de señalización es conveniente colocar perfiles tipo Omega o en su defecto tubo galvanizado de 2 pulgadas de diámetro, con una longitud no menor a 3 metros, los cuales los primeros 50 centímetros deben estar empotrados en el piso en un hormigón no menor a una resistencia de  $180\text{kg/cm}^2$ ; es conveniente soldar en el inferior de los postes 3 chicotes par que sirvan de arriostramiento de este con el hormigón fundido.

**Base de Poste:** como está en el ítem anterior el hormigón de la base del poste no debe tener una resistencia a la compresión menor a  $180\text{ kg/cm}^2$ ; hormigón que deberá colocarse cuando el poste este en su sitio en un cubo excavado en la acera de 50 centímetros por lado.

**Placa o Pantalla:** la pantalla deberá ser de aluminio anodizado de 2 milímetros o más de espesor con bordes redondeados; las dimensiones de la pantalla dependerán del tipo de señal que se desea colocar.

**Anclaje Poste – Placa:** para el correcto Anclaje Poste-Placa es necesario hacerlo con dos pernos galvanizados, los cuales después de ajustados deben ser remachados en su parte posterior para evitar desajustes o hurto del mismo.

**Material Reflectivo:** el material reflectivo en todo tipo de señales serán de Alta Intensidad Tipo Industrial y las señales hechas de material reflectivo no deberán tener juntas o uniones; se tendrá juntas solamente en el caso que el papel reflectivo no tenga las dimensiones adecuadas y necesarias para la señal a fabricarse.

### **Delineadores de Peligro.**

El siguiente es un letrero que indican condiciones peligrosas durante el trayecto para el proyecto, se considerará colocarla en las curvas de menor radio.



Fuente: Los Autores.





**Cuadro 4.12. Resumen de cantidades de obras de señalización.**

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
705-(1)LC-1	Marcas de pavimento (Pintura) Línea divisoria de carril y bordillo acera, Continua 0,12 m. blanca)	m	10 310.00
705-(1)LS-1	Marcas de pavimento (Pintura) Línea de viraje, Segmentada 0,60 m - 0,60 m; 0,12 m. blanca)	m	195.00
705-(1)LS-2	Marcas de pavimento (Pintura) Línea de división de carril de circulación, Segmentada 4,5-7,5; 0,12 m. blanca)	m	3 412.00
705-(1)LC-2	Marcas de pavimento (Pintura) Línea divisoria de carril y bordillo parterre, Continua 0,12 m. amarilla)	m	3 300.00
705-(1)LS-3	Marcas de pavimento (Pintura) Línea de viraje, Segmentada 0,60 m - 0,60 m; 0,12 m. amarilla)	m	58.50
705-(1)LC-3	Marcas de pavimento (Pintura), Línea de Pare; Longitud variable x 0,40 m. blanca	m	178.00
705-(1)LG-3	Marcas de Pavimento (Pintura), Línea de aproximación a Pare; Longitud variable x 0,12 m. blanca	m	560.00
705-(1)LC-5	Marcas de Pavimento (Pintura), Paso Peatonal Cebra; Longitud 4,00 m. 0,40 m. pintado - 0,60 m. libre, blanca	m	452.88
705-(3)LC-6	Marca de Pavimento (Pintura), Flecha Direccional Siga Derecho	m	640.00
705-(4)a	Marcas sobresalidas del pavimento (tachas reflectivas) unidireccionales, blancas	m	360.00
705-(4)b	Marcas sobresalidas del pavimento (tachas reflectivas) unidireccionales, amarillas	m	360.00

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
708-5(1)R1-1	Señales al lado de la carretera, Reglamentaria PARE 0,75 m. x 0,75 m.	m	5
708-5(1)R1-2	Señales al lado de la carretera, Reglamentaria CEDA EL PASO 0,86 m. x 0,75 m.	u	2
708-5(1)I-N	Señales al lado de la carretera, Reglamentaria VELOCIDAD MAXIMA 0,60 m. x 1,00 m.	u	3
708-5(1)IR2-11c	Señales al lado de la carretera, Reglamentaria PESADOS CARRIL DERECHO 0.90 m. x 0.90 m.	u	2
708-5(1)PN-N	Señales al lado de la carretera, Preventivas varios mensajes 0,75 m. x 0,75 m.	u	33
708-5(1)I-N	Señales al lado de la carretera, Informativas sobre postes a un costado de la carretera, varias dimensiones	u	3

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 4.13. Ubicación de Señales.**

UBICACIÓN DE SEÑALES					
ABSCISA	DER.	IZQ.	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
0+010.00	1		PREVENTIVAS	DESCENSO PELIGROSO	0.75m x 0.75m
0+050.00	1		PREVENTIVAS	PEATONES EN LA VÍA	0.75m x 0.75m
0+230.00	1		PREVENTIVAS	PEATONES EN LA VÍA	0.75m x 0.75m
0+260.00		1	PREVENTIVAS	PEATONES EN LA VÍA	0.75m x 0.75m
0+260.00	1		REGLAMENTARIAS	DOBLE VÍA	0.75m x 0.75m
0+490.00		1	PREVENTIVAS	PEATONES EN LA VÍA	0.75m x 0.75m
0+510.00	1		PREVENTIVAS	DESCENSO PELIGROSO	0.75m x 0.75m
0+680.00	1		REGLAMENTARIAS	CEDA EL PASO	0.75m x 0.75m
0+710.00		1	REGLAMENTARIAS	CEDA EL PASO	0.75m x 0.75m
0+960.00	1		REGLAMENTARIAS	DOBLE VÍA	0.75m x 0.75m
0+990.00	1		PREVENTIVAS	DESCENSO PELIGROSO	0.75m x 0.75m
1+020.00		1	REGLAMENTARIAS	DOBLE VÍA	0.75m x 0.75m
1+060.00	1		PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	0.75m x 0.75m
1+150.00		1	PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	0.75m x 0.75m
1+180.00	1		REGLAMENTARIAS	PARE	0.75m x 0.75m
1+200.00	1		PREVENTIVAS	SEMÁFORO	0.75m x 0.75m
1+210.00		1	REGLAMENTARIAS	VELOCIDAD MÁXIMA	0.75m x 0.75m
1+270.00		1	PREVENTIVAS	SEMÁFORO	0.75m x 0.75m
1+280.00	1		REGLAMENTARIAS	VELOCIDAD MÁXIMA	0.75m x 0.75m
1+290.00		1	REGLAMENTARIAS	PARE	0.75m x 0.75m
1+500.00	1		PREVENTIVAS	ZONA DEPORTIVA	0.75m x 0.75m
1+700.00		1	PREVENTIVAS	ZONA DEPORTIVA	0.75m x 0.75m
1+940.00	1		PREVENTIVAS	PEATONES EN LA VÍA	0.75m x 0.75m
2+240.00		1	PREVENTIVAS	PEATONES EN LA VÍA	0.75m x 0.75m
2+300.00	1		REGLAMENTARIAS	PARE	0.75m x 0.75m
2+320.00	1		PREVENTIVAS	PASO A NIVEL	0.75m x 0.75m
2+340.00	1		PREVENTIVAS	CRUCE A NIVEL CON EL FERROCARRIL	0.75m x 0.75m
2+400.00		1	PREVENTIVAS	CRUCE A NIVEL CON EL FERROCARRIL	0.75m x 0.75m
2+410.00		1	PREVENTIVAS	PASO A NIVEL	0.75m x 0.75m
2+430.00		1	PREVENTIVAS	PARE	0.75m x 0.75m
2+490.00	1		REGLAMENTARIAS	PESADOS A LA DERECHA	0.75m x 0.75m
3+010.00	1		PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	0.75m x 0.75m
3+160.00		1	PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	0.75m x 0.75m
3+300.00		1	PREVENTIVAS	DESCENSO PELIGROSO	0.75m x 0.75m
3+400.00	1		PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	0.75m x 0.75m
3+500.00		1	PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	0.75m x 0.75m
3+600.00	1		PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	0.75m x 0.75m
3+700.00		1	PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	0.75m x 0.75m
3+850.00	1		PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	0.75m x 0.75m
3+950.00		1	PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	0.75m x 0.75m
4+270.00	1		PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	0.75m x 0.75m
4+275.00		1	REGLAMENTARIAS	VEHÍCULOS PESADOS A LA DERECHA	0.75m x 0.75m
4+410.00		1	PREVENTIVAS	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	0.75m x 0.75m
4+490.00		1	REGLAMENTARIAS	VELOCIDAD MÁXIMA	0.75m x 0.75m
4+550.00	1		REGLAMENTARIAS	PARE	0.75m x 0.75m

Fuente: Los Autores.



## **4.10 MOVIMIENTO DE TIERRAS.**

### **INTRODUCCIÓN.**

El movimiento de tierras es una de las principales actividades en la construcción de un proyecto vial, puesto que por medio de este se empieza a definir físicamente el proyecto.

En este punto del análisis del proyecto se debe determinar el volumen de material que será destinado a llevarlo a un botadero, así como también es necesario conocer el balance de volúmenes de corte y relleno que tendrá la vía en la mencionada etapa.

Es necesario conocer la distancia a la cual está el botadero al que se designará los volúmenes, ya que este parámetro influye en gran parte en el incremento de los costos del proyecto.

Además se debe considerar un factor de esponjamiento, puesto que el material a desalojar al disgregarlo en el proceso de construcción incrementa su volumen.

### **PROCEDIMIENTO SEGUIDO.**

Para el cálculo de volúmenes como el resto de los cálculos se los realizó a través del programa computacional AUTOCAD CIVIL 2010.

Donde el cálculo de volúmenes es la parte concluyente el proceso que fue el siguiente:

- Interpolación de Topografía escala 1:1000.
- Eje horizontal
- Proyecto vertical
- Secciones transversales
- Peraltes y sobreanchos.
- Cortes transversales



- Cálculo de volúmenes.

En el cálculo de volúmenes el programa utiliza la expresión:

$$V = \frac{D}{2} ( A_1 + A_2 )$$

Donde:

V = Volumen en corte o relleno en metros cúbicos

D = Distancia entre las secciones transversales en metros

A1 = Área de la sección transversal primera, en corte o en relleno en metros cuadrados

A2 = Área de la sección transversal segunda, en corte o en relleno en metros cuadrados

Los volúmenes de relleno fueron afectados por un coeficiente de esponjamiento de valor 1,20.

El Distrito Metropolitano dispone de un botadero en el Parque metropolitano a 200m de la salida de la Avenida Escalón 3 en la Avenida Simón Bolívar.

Se analizaron las distancias medias de transporte en función del equipo que se utilizaría en la construcción, considerando lo siguiente:

**Excavación en suelo:** Es aquella operación de excavación y desalojo que se realiza en los sectores de cortes y cuyos materiales pueden ser removidos sin recurrir a desarraigadores, escarificadores o explosivos.



**Excavación en marginal:** Comprende los materiales formados por rocas descompuestas, suelos muy compactados y todos aquellos que, para su excavación, no sea necesario el empleo de explosivos y se precise la utilización de maquinaria mayor a 320 HP al volante con sus respectivos escarificadores.

Con el resultado de estos análisis, se elaboró la distribución de volúmenes mediante una compensación de la curva de masas, con lo que se obtuvo la distribución y destino de los materiales excavados, tanto a lo largo de la obra estudiada, como en las áreas seleccionadas para la formación de las zonas de préstamo.

En este análisis se recomienda que no existan zonas de depósito del material excedente producto de la excavación, durante la excavación dichos volúmenes deberán ser llevados directamente hacia el botadero municipal, para lo cual deberán ponerse en contacto con los administradores del botadero para que reciba dichos volúmenes.

## **DISEÑO.**

El cálculo de volúmenes se efectuó cada 10 m de longitud en las curvas horizontales y cada 20 m de longitud tratándose de las tangentes, para presentación se agrupó cada 200 m. Se elaboró un cuadro donde se presenta en forma resumida el resultado del cálculo de volúmenes, en el que consta la abscisa, el corte, el relleno x 1,20.

De esta forma se trabajó con los volúmenes a ser transportados.



**Cuadro 4.14. Análisis de corte y relleno para Alternativa 1. Pavimento Flexible Abscisa 0+000 a 1+250 y Pavimento Flexible con Geomalla Abscisa 1+250 a 4+550.**

ABCISA	ABCISA	VOLUMEN		
		CORTE	RELLENO	BOTE
0+000.00	0+200.00	106.87	54.41	52.46
0+200.00	0+400.00	370.38	297.79	72.59
0+400.00	0+600.00	143.25	2110.01	-1966.76
0+600.00	0+800.00	216.83	3111.57	-2894.74
0+800.00	1+000.00	1227.83	577.90	649.93
1+000.00	1+200.00	1869.41	363.85	1505.56
1+200.00	1+400.00	1891.34	5697.27	-3805.93
1+400.00	1+600.00	1111.18	6262.85	-5151.67
1+600.00	1+800.00	5598.63	0.73	5597.90
1+800.00	2+000.00	2246.34	123.17	2123.17
2+000.00	2+200.00	720.71	251.93	468.78
2+200.00	2+400.00	264.27	1424.71	-1160.44
2+400.00	2+600.00	196.49	4004.85	-3808.36
2+600.00	2+800.00	141.37	1458.38	-1317.01
2+800.00	3+000.00	422.66	836.10	-413.44
3+000.00	3+200.00	321.72	4909.56	-4587.84
3+200.00	3+400.00	643.60	2897.64	-2254.04
3+400.00	3+600.00	3018.57	6259.94	-3241.37
3+600.00	3+800.00	21510.53	112.42	21398.11
3+800.00	4+000.00	12750.51	776.41	11974.10
4+000.00	4+200.00	1817.80	928.93	888.87
4+200.00	4+400.00	5312.82	243.02	5069.80
4+400.00	4+550.00	1365.50	655.48	710.02

Fuente: Los Autores.



**Cuadro 4.15. Análisis de corte y relleno para Alternativa 2. Pavimento Flexible con Geomalla Abscisa 0+000 a 1+250 y Pavimento Rígido Abscisa 1+250 a 4+550.**

ABCISA		VOLUMEN		
DESDE	HASTA	CORTE	RELLENO	BOTE
0+000.00	0+200.00	141.82	132.65	9.17
0+200.00	0+400.00	447.13	114.16	332.97
0+400.00	0+600.00	208.32	2193.45	-1985.13
0+600.00	0+800.00	184.37	3479.28	-3294.91
0+800.00	1+000.00	953.66	756.24	197.42
1+000.00	1+200.00	1618.21	592.75	1025.46
1+200.00	1+400.00	2368.41	5809.97	-3441.56
1+400.00	1+600.00	1169.92	6267.22	-5097.30
1+600.00	1+800.00	5553.13	4.37	5548.76
1+800.00	2+000.00	2240.21	116.66	2123.55
2+000.00	2+200.00	726.39	248.10	478.29
2+200.00	2+400.00	576.29	1430.86	-854.57
2+400.00	2+600.00	267.44	4037.07	-3769.63
2+600.00	2+800.00	129.01	1456.34	-1327.33
2+800.00	3+000.00	415.82	856.41	-440.59
3+000.00	3+200.00	314.03	4950.71	-4636.68
3+200.00	3+400.00	635.86	2909.19	-2273.33
3+400.00	3+600.00	3070.37	6342.66	-3272.29
3+600.00	3+800.00	21417.80	109.82	21307.98
3+800.00	4+000.00	12755.60	836.44	11919.16
4+000.00	4+200.00	1811.92	972.26	839.66
4+200.00	4+400.00	5435.33	241.74	5193.59
4+400.00	4+550.00	1414.25	810.26	603.99

Fuente: Los Autores.



**Cuadro 4.16. Resumen de materiales para Alternativa 1. Pavimento Flexible Abscisa 0+000 a 1+250 y Pavimento Flexible con Geomalla Abscisa 1+250 a 4+550.**

ABCISA		VOLÚMEN			
DESDE	HASTA	CAPA DE RODADURA	BASE	SUBBASE	MEJORAMIENTO
0+000.00	0+200.00	180.00	360.00	540.00	1890.00
0+200.00	0+400.00	202.50	405.00	607.50	2126.25
0+400.00	0+600.00	280.45	560.90	841.55	2944.72
0+600.00	0+800.00	292.00	584.00	876.60	3074.80
0+800.00	1+000.00	292.00	584.00	876.40	3074.60
1+000.00	1+200.00	292.00	584.00	876.20	3072.60
1+200.00	1+400.00	303.33	606.67	906.60	2527.10
1+400.00	1+600.00	305.10	610.20	912.60	2432.20
1+600.00	1+800.00	305.33	610.67	912.00	2432.00
1+800.00	2+000.00	305.10	610.20	912.60	2432.00
2+000.00	2+200.00	304.73	609.47	912.00	3876.00
2+200.00	2+400.00	304.13	608.27	913.20	3952.80
2+400.00	2+600.00	304.00	608.00	912.60	3952.00
2+600.00	2+800.00	304.00	608.00	820.80	3952.00
2+800.00	3+000.00	304.53	609.07	912.40	3953.00
3+000.00	3+200.00	304.13	608.27	912.80	3952.20
3+200.00	3+400.00	304.00	608.00	912.00	3952.00
3+400.00	3+600.00	304.00	608.00	912.60	3952.00
3+600.00	3+800.00	304.27	608.53	912.00	3952.60
3+800.00	4+000.00	304.37	608.73	912.40	3952.60
4+000.00	4+200.00	304.37	608.73	912.40	2508.00
4+200.00	4+400.00	304.00	608.00	912.60	2432.20
4+400.00	4+550.00	136.80	273.60	410.40	1114.40

Fuente: Los Autores.





**Cuadro 4.17. Resumen de materiales para Alternativa 2. Pavimento Flexible con Geomalla Abscisa 0+000 a 1+250 y Pavimento Rígido Abscisa 1+250 a 4+550.**

ABSCISA		VOLÚMEN				
DESDE	HASTA	CAPA DE RODADURA ASFALTICA	CAPA DE RODADURA RIGIDA	BASE	SUBBASE	MEJORAMIENTO
0+000.000	0+200.000	180.00		360.00	540.00	1440.00
0+200.000	0+400.000	202.50		405.00	607.50	1620.00
0+400.000	0+600.000	280.45		560.90	841.35	2258.00
0+600.000	0+800.000	292.00		584.00	876.40	2339.20
0+800.000	1+000.000	292.00		584.00	876.20	2339.60
1+000.000	1+200.000	292.00		584.00	876.40	2346.60
1+200.000	1+400.000		763.50		768.20	2163.20
1+400.000	1+600.000		760.04		728.00	2132.00
1+600.000	1+800.000		760.00		708.00	2128.00
1+800.000	2+000.000		760.02		648.00	2130.00
2+000.000	2+200.000		760.00		648.00	2994.40
2+200.000	2+400.000		760.04		608.00	3040.00
2+400.000	2+600.000		760.02		628.00	3040.00
2+600.000	2+800.000		760.00		628.00	3040.00
2+800.000	3+000.000		760.13		628.00	3040.00
3+000.000	3+200.000		760.04		608.00	3040.00
3+200.000	3+400.000		760.00		608.00	3040.00
3+400.000	3+600.000		760.07		608.00	3040.00
3+600.000	3+800.000		760.11		608.00	3040.00
3+800.000	4+000.000		760.11		608.00	3040.00
4+000.000	4+200.000		760.02		608.00	2175.60
4+200.000	4+400.000		760.04		608.00	2128.00
4+400.000	4+550.000		342.00		273.60	957.60

Fuente: Los Autores.



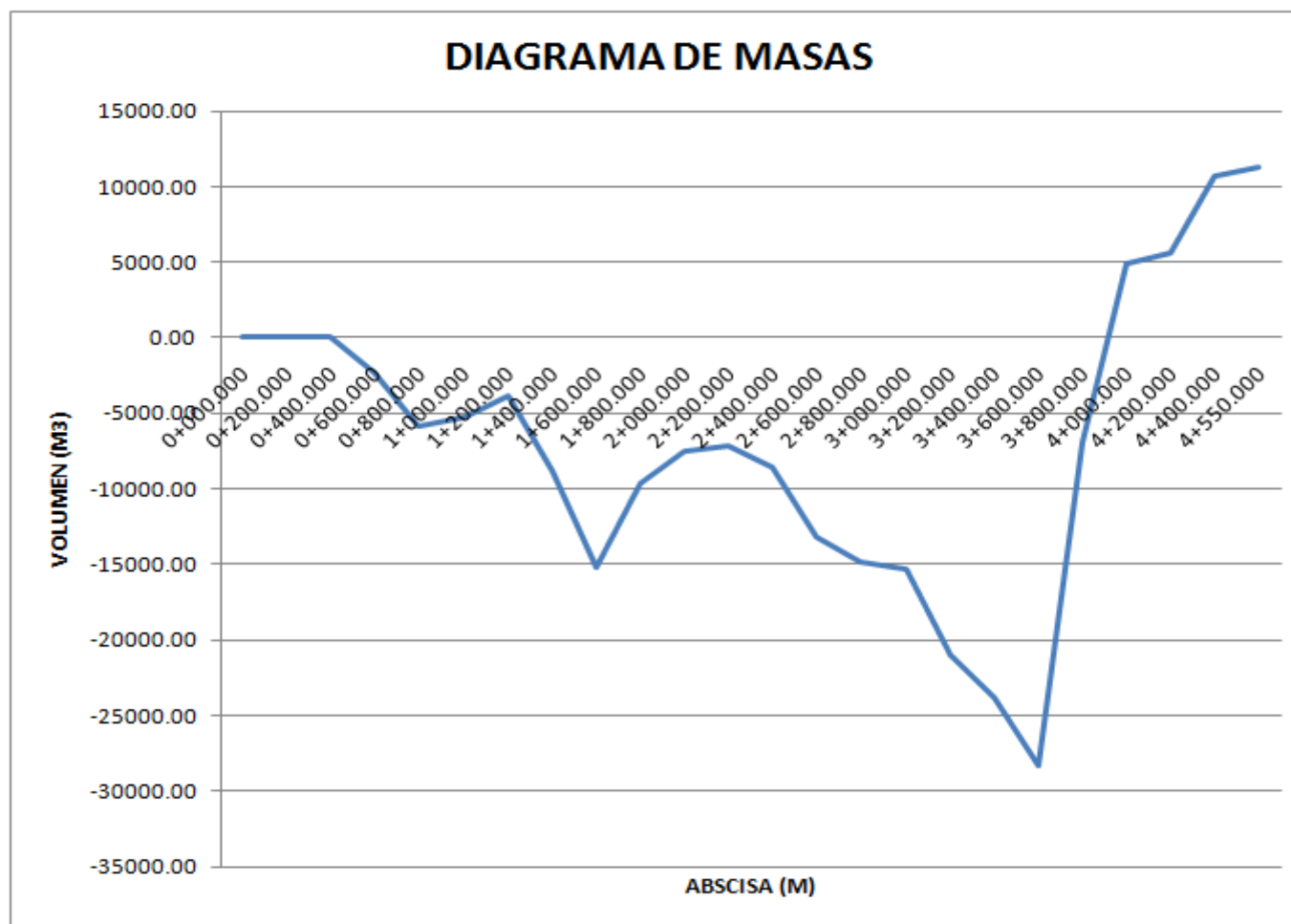
**Cuadro 4.18. Cálculo de Diagrama de masas para Alternativa 1. Pavimento Flexible  
Abscisa 0+000 a 1+250 y Pavimento Flexible con Geomalla Abscisa 1+250 a 4+550.**

ABSCISA	CUBICAJE		MATERIAL	CONTRACCIÓN	RELLENO CORREGIDO	VOLUMEN ACUMULADO
	CORTE	RELLENO				
0+000.00						0.00
	106.87	54.41	TIERRA	0.80	65.29	
0+200.00						41.58
	370.38	297.79	TIERRA	0.80	357.35	
0+400.00						54.61
	143.25	2110.01	TIERRA	0.80	2532.01	
0+600.00						-2334.15
	216.83	3111.57	TIERRA	0.80	3733.88	
0+800.00						-5851.21
	1227.83	577.90	TIERRA	0.80	693.48	
1+000.00						-5316.86
	1869.41	363.85	TIERRA	0.80	436.62	
1+200.00						-3884.07
	1891.34	5697.27	TIERRA	0.80	6836.72	
1+400.00						-8829.45
	1111.18	6262.85	TIERRA	0.80	7515.42	
1+600.00						-15233.69
	5598.63	0.73	TIERRA	0.80	0.88	
1+800.00						-9635.94
	2246.34	123.17	TIERRA	0.80	147.80	
2+000.00						-7537.40
	720.71	251.93	TIERRA	0.80	302.32	
2+200.00						-7119.01
	264.27	1424.71	TIERRA	0.80	1709.65	
2+400.00						-8564.39
	196.49	4004.85	TIERRA	0.80	4805.82	
2+600.00						-13173.72
	141.37	1458.38	TIERRA	0.80	1750.06	
2+800.00						-14782.40
	422.66	836.10	TIERRA	0.80	1003.32	
3+000.00						-15363.06
	321.72	4909.56	TIERRA	0.80	5891.47	
3+200.00						-20932.82
	643.60	2897.64	TIERRA	0.80	3477.17	
3+400.00						-23766.38
	3018.57	6259.94	TIERRA	0.80	7511.93	
3+600.00						-28259.74
	21510.53	112.42	TIERRA	0.80	134.90	
3+800.00						-6884.12
	12750.51	776.41	TIERRA	0.80	931.69	
4+000.00						4934.70
	1817.80	928.93	TIERRA	0.80	1114.72	
4+200.00						5637.79
	5312.82	243.02	TIERRA	0.80	291.62	
4+400.00						10658.98
	1365.50	655.48	TIERRA	0.80	786.58	
4+550.00						11237.91

Fuente: Los Autores.



**Gráfico 4.6. Diagrama de masas para Alternativa 1. Pavimento Flexible Abscisa 0+000 a 1+250 y Pavimento Flexible con Geomalla Abscisa 1+250 a 4+550.**



Fuente: Los Autores.



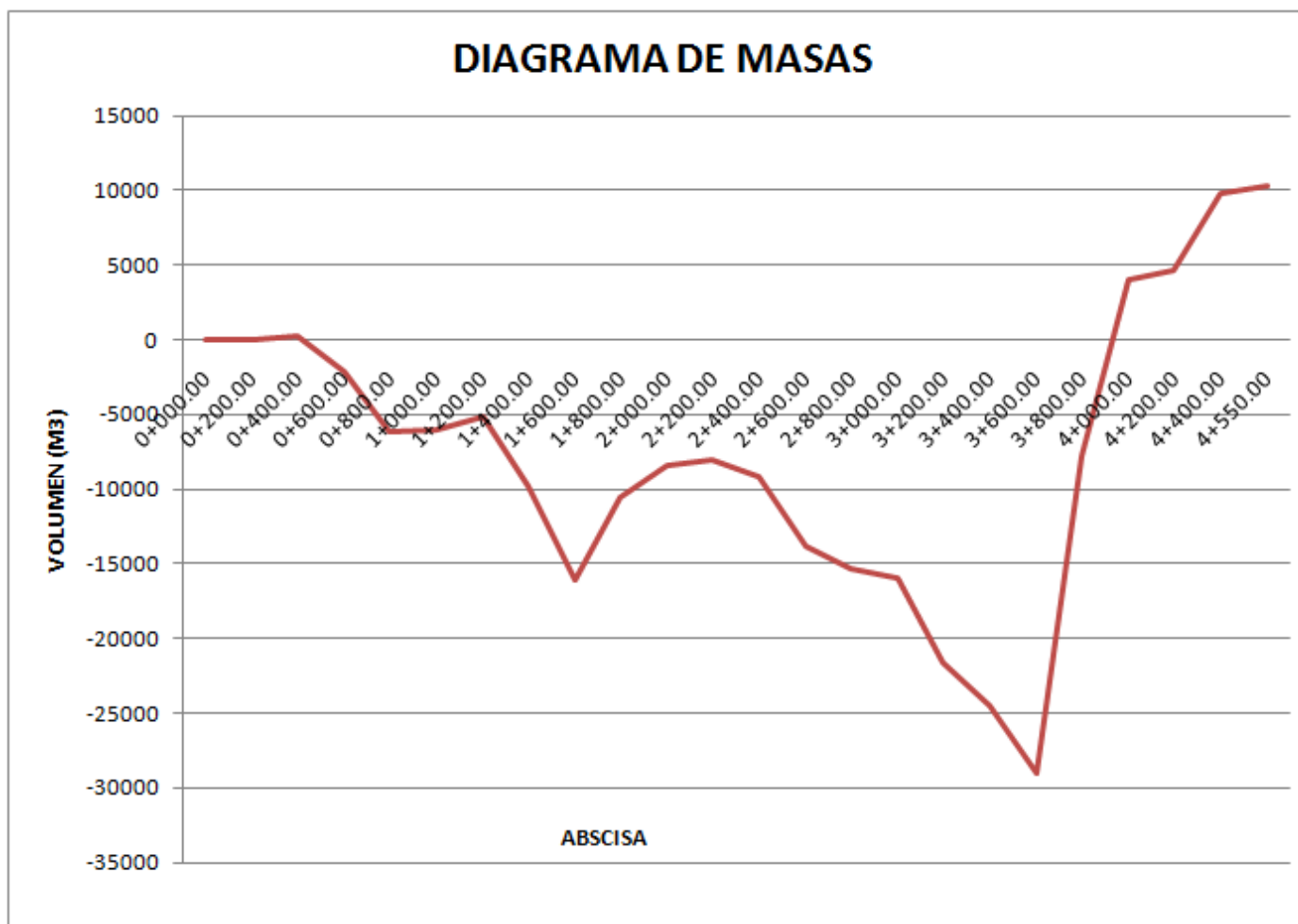
**Cuadro 4.19. Cálculo de Diagrama de masas para Alternativa 2. Pavimento Flexible con Geomalla Abscisa 0+000 a 1+250 y Pavimento Rígido Abscisa 1+250 a 4+550.**

ABSCISA	CUBICAJE		MATERIAL	CONTRACCIÓN	RELLENO CORREGIDO	VOLÚMEN ACUMULADO
	CORTE	RELLENO				
0+000.00						0.00
	141.82	132.65	TIERRA	0.80	159.18	
0+200.00						-17.36
	447.13	114.16	TIERRA	0.80	136.99	
0+400.00						292.78
	208.32	2193.45	TIERRA	0.80	2632.14	
0+600.00						-2131.04
	184.37	3479.28	TIERRA	0.80	4175.14	
0+800.00						-6121.81
	953.66	756.24	TIERRA	0.80	907.49	
1+000.00						-6075.64
	1618.21	592.75	TIERRA	0.80	711.30	
1+200.00						-5168.73
	2368.41	5809.97	TIERRA	0.80	6971.96	
1+400.00						-9772.28
	1169.92	6267.22	TIERRA	0.80	7520.66	
1+600.00						-16123.02
	5553.13	4.37	TIERRA	0.80	5.24	
1+800.00						-10575.14
	2240.21	116.66	TIERRA	0.80	139.99	
2+000.00						-8474.92
	726.39	248.10	TIERRA	0.80	297.72	
2+200.00						-8046.25
	576.29	1430.86	TIERRA	0.80	1717.03	
2+400.00						-9186.99
	267.44	4037.07	TIERRA	0.80	4844.48	
2+600.00						-13764.04
	129.01	1456.34	TIERRA	0.80	1747.61	
2+800.00						-15382.63
	415.82	856.41	TIERRA	0.80	1027.69	
3+000.00						-15994.51
	314.03	4950.71	TIERRA	0.80	5940.85	
3+200.00						-21621.33
	635.86	2909.19	TIERRA	0.80	3491.03	
3+400.00						-24476.50
	3070.37	6342.66	TIERRA	0.80	7611.19	
3+600.00						-29017.32
	21417.80	109.82	TIERRA	0.80	131.78	
3+800.00						-7731.30
	12755.60	836.44	TIERRA	0.80	1003.73	
4+000.00						4020.57
	1811.92	972.26	TIERRA	0.80	1166.71	
4+200.00						4665.78
	5435.33	241.74	TIERRA	0.80	290.09	
4+400.00						9811.02
	1414.25	810.26	TIERRA	0.80	972.31	
4+550.00						10252.96

Fuente: Los Autores.



**Gráfico 4.7. Diagrama de masas para Alternativa 2. Pavimento Flexible con Geomalla Abscisa 0+000 a 1+250 y Pavimento Rígido Abscisa 1+250 a 4+550.**



Fuente: Los Autores.



## **CAPÍTULO 5.**

### **5. DISEÑO DE PAVIMENTOS.**

#### **5.1 DESARROLLO DE LA VÍA.**

##### **5.1.1 RECONOCIMIENTO DE CAMPO.**

Dadas las condicionantes iniciales del proyecto, otorgadas por el Ingeniero Fernando Espín, representante del Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Zona Quitumbe. El lugar de implantación del proyecto es en el Sur del Distrito Metropolitano de Quito, entre las Parroquias Guamani y Turubamba, y pasará por los barrios Héroes de Paquisha – Primavera del Sur – Matilde Álvarez – San Juan de Turubamba – Eternit – San José de Turubamba – Vigilantes de Quito.

Para el correcto desenvolvimiento del proyecto es necesario realizar un reconocimiento de campo, ya que el reconocimiento de campo para el diseño de una vía, permite visualizar con mayor veracidad el relieve del terreno y tener una correlación comparativa con el plano topográfico que se obtendrá en un futuro.

Con la visita en campo se puede observar los posibles puntos por donde necesariamente debe cruzar nuestro camino ya sea por necesidades físicas del terreno o por necesidades ingenieriles que la vía nos exija.

En el caso del presente trabajo de tesis en el lugar de implantación del camino posee zonas urbanizadas, zonas parcialmente urbanizadas, zonas industriales, zonas agrícolas y terreno abierto. En cuanto al relieve la zona es ligeramente accidentada y desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+930 tiene una pendiente negativa, desde la abscisa 1+930 hasta la abscisa 3+080 el terreno es plano y desde la abscisa 3+080 hasta la abscisa 4+550 tiene una pendiente positiva.

Se tiene que acotar también, que a la altura de la abscisa 1+012 se tiene una casa, la misma que se encuentra deshabitada, pero que se están realizando trabajos de reparación para su uso,



cabe mencionar este punto por que la mencionada casa se encuentra en el área de afectación de la vía.

Otra observación se presenta a la altura de la abscisa 2+450 se presenta un flujo de agua que cruza transversalmente al recorrido de la vía, el mismo se encuentra encausado por una alcantarilla de sección circular.

### 5.1.2 REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA VÍA.

Tras la visita de campo realizada al lugar de implantación del proyecto, se pudo observar, que en algunos tramos existen partes de vía con diferentes usos, los cuales se detallan a continuación:

**Cuadro 5.1. Situación actual de la vía.**

ABSCISA		SITUACIÓN ACTUAL	OBSERVACIONES
Desde	Hasta		
0+000	0+240	Empedrado	Deteriorado, presenta en la mayor parte del trayecto bordillos.
0+250	0+501	Suelo	En todo el trayecto hay presencia de bordillos.
0+501	0+680	Suelo	Terreno con cerramiento (feria de carros del sur).
0+694	0+999	Capa vegetal	Terreno con árboles, sembríos de maíz, papas, etc.
1+012	1+035	Presencia estructura	Casa deshabitada.
1+035	1+208	Capa vegetal	Presencia de árboles y terreno abierto.
1+252	1+333	Suelo	Terreno perteneciente a galpones.
1+333	1+361	Suelo	Terreno cerrado.
1+361	1+481	Varios	Sectorización al azar de suelo, lastrado y hormigón sin tratar; área de maniobra de galpones.
1+481	1+550	Capa vegetal	Terreno sin cerramiento.
1+550	1+565	Suelo	Intersección con la Calle 6.
1+565	1+764	Capa vegetal	Terreno árboles fábrica empresa Eternit.
1+778	1+927	Capa vegetal	Terreno cerrado.
1+927	2+367	Adoquinado	Sección de vía adoquinada, totalmente consolidada.
2+367	2+385	Capa vegetal	Sección donde cruza la línea férrea,
2+385	2+530	Varios.	Sectorización al azar de suelo, lastrado y hormigón sin tratar.
2+530	4+550	Capa vegetal.	Terrenos dedicados a la ganadería.

Fuente: Los Autores.



### **5.1.3 ESTUDIO DE LA RUTA.**

Para determinar la ruta por donde va a desarrollarse una vía, se debe tener en cuenta muchos parámetros, como son: pendientes, relieve, afectaciones, factor económico, entre otras.

En el presente proyecto la ruta fue definida por estudios realizados por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, puesto que el presente proyecto es parte de un plan macro vial diseñado para la ciudad.

La ruta asignada al presente proyecto de tesis comienza desde la Calle TRANSVERSAL 6, ubicada en el barrio Héroes de Paquisha con la Abscisa 0+000 y termina en la Abscisa 4+560 en el barrio Vigilantes de Quito en la Avenida Simón Bolívar.

## **5.2 CLIMA Y LLUVIAS.**

La ciudad de Quito tiene un relieve muy irregular su altura varia de 2850 msnm en los lugares llanos hasta los 3100 msnm en sus barrios más altos, es una ciudad de forma alargada ya que tiene de longitud 50 km aproximadamente y de ancho tan solo alrededor de 5 km.

Por su situación geográfica el clima en la ciudad de Quito corresponde a un clima templado de montaña.

Normalmente el período lluvioso de la región Interandina se extiende desde mediados de septiembre hasta finales de mayo y los meses restantes corresponden al periodo seco; mientras que su temperatura anual promedio varía desde 10°C a 25°C.

Teniendo como los meses más secos a julio y agosto, meses en los cuales sus precipitaciones nos superan los 20 mm; en cuanto a los meses más lluviosos tenemos a marzo y abril llegando a precipitaciones de hasta 170 mm.

Por su cercanía a la mitad del mundo Quito a lo largo del año tiene un clima cerca a lo primaveral, siendo de julio a septiembre más cálido y el resto del año suele ser más frío.





### **5.3 GEOLOGÍA DE LA ZONA.**

La ciudad de Quito se encuentra a una altura promedio de 2800 msnm, está situada en la Cordillera de los Andes en la vertiente oriental de los Volcanes Pichincha y Atacazo.

La ciudad de Quito se encuentra condicionada por características geomorfológicas y geológicas de su situación Geográfica.

Geográficamente el lugar de implantación del proyecto se encuentra situado en la Zona Sur del Distrito Metropolitano de Quito. Donde en la gran mayoría los suelos originales son de origen volcánico u en las áreas periféricas localizadas en las escarpas occidentales de las cadenas montañosas de la zona, los suelos dominantes son francos y Pseudo arenosos de textura fina. Estos suelos tienen una retención de humedad extremadamente alta.

### **5.4 CONDICIONES DE LA SUB-RASANTE E INVESTIGACIÓN DEL SUB-SUELO.**

Al inicio de un proyecto, lo primero que se debe analizar es el suelo de Sub-rasante, ya que la sub-rasante va a servir como fundación de las capas estructurales de pavimento y de sus características depende en gran parte el diseño.

Para realizar el análisis de la Sub-rasante, el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Politécnica Salesiana, realizó Trabajos de Campo y de Laboratorio; los mismos que consisten en:

Trabajos en Campo.

- Evaluación del suelo de Sub-rasante mediante calicatas distribuidas en lugares estratégicos en el transcurso del proyecto.
- Ensayo de Penetración del Cono Dinámico (DCP), para obtener el valor de CBR.



- Recolección de muestras de suelo de Sub-rasante en profundidades de 0.50 m, 1.00 m y 1.50 m; para los ensayos de Clasificación de Suelos AASHTO.

Con las muestras obtenidas en campo se prosiguió a realizar los Trabajos de Laboratorio.

Trabajos de Laboratorio:

- Ensayo Contenido de Humedad Natural, donde se busca determinar el contenido de agua que tiene el suelo en condiciones naturales. Este ensayo está normado por la NORMA ASTM D 2216-98).
- Ensayo de Granulometría por lavado y tamizado hasta la malla N°200, este ensayo busca determinar los porcentajes de material que tienen una granulometría específica y se las separa mediante mallas adecuadas para el efecto. Este ensayo esta normado por la NORMA ASTM D 422-02.
- Ensayo de Límites Atterberg, donde se busca determinar los valores de Límite Líquido (LL) y Límite Plástico (LP) del suelo; estos valores ayudan a determinar el valor del Índice Plasticidad (IP), mediante  $(IP = LL - LP)$ . Este ensayo está normado por la NORMA ASTM D 4318-04.
- Ensayo de Clasificación de los Suelos por medio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), este procedimiento correlaciona todos los ensayos descritos anteriormente, clasificando al suelo con un Símbolo que describe sus características. Este ensayo esta normado por la NORMA ASTM D 2487-00.

Mediante los resultados obtenidos en los ensayos de Laboratorio de puede definir qué, para la Avenida Escalón 3 tenemos:

- El valor de Soporte de California (CBR) nos muestra que tenemos un suelo catalogado como Malo; ya que se tiene valores comprendidos de entre 1.60 % y 3.90%.



- Al analizar los resultados obtenidos para el Sistema de Clasificación AASHTO, se puede decir que casi en todo su trayecto, son Suelos arcillosos tipo (A-7-5, A-7-6 y A-6) desde la Abscisa 0+000 hasta la Abscisa 3+500 y se compone de Suelos Limosos tipo A-4 desde la Abscisa 3+500 hasta la Abscisa 4+550.

## 5.5 FUENTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Como es bien conocido, las características de los materiales de canteras, es un factor que influye en gran proporción en la calidad de toda obra civil, es necesario investigar y analizar previamente los materiales que serán utilizados en obra. En la construcción de vías esto no puede ser diferente.

Es por esto que el Ilustre Municipio de Quito a través de la Administración Zona Quitumbe, contrató al Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Politécnica Salesiana, para que realice el Estudio Geotécnico para el Diseño de las Vías Escalón 1, 2 y 3; ubicadas al Sur de la Ciudad de Quito.

En el estudio realizado por el Laboratorio incluye la calificación de Canteras, en la cual fueron analizadas las siguientes Canteras:

- a. Cantera de Pifo.
- b. Cantera de Chasqui.
- c. Cantera de San Antonio.
- d. Cantera de Pintag.

Del análisis realizado, el Laboratorio concluye que:

En la Cantera de Pifo: El material califica para:



- Material de Mejoramiento.
- Material de Sub-base.
- Material de Base.
- Agregado grueso para mezclas asfálticas.
- Agregados para hormigones con Cemento Portland.

En la Cantera de Chasqui: El material califica para:

- Material de Mejoramiento.
- Material de Sub-base.
- Material de Base.
- Agregado grueso para mezclas asfálticas.
- Agregados para hormigones con Cemento Portland.

En la Cantera de San Antonio: El material califica para:

- Material de Mejoramiento.
- Agregado fino para hormigones.

En la Cantera de Pintag: El material califica para:

- Material de Mejoramiento.



- Material de Sub-bases.
- Material de Bases.
- Agregado grueso para mezclas asfálticas.
- Agregados para hormigones con Cemento Portland.

Para información más detallada de los materiales de Cantera se puede referirse a los siguientes anexos: Anexos 5.1 contiene los Informes de Granulometrías; Anexos 5.2 contiene los Informes de Ensayos de Abrasión y en el Anexo 5.3 se presentan los Informes de Ensayos de Compactación.

## **5.6 METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL DISEÑO.**

Para determinar los diferentes espesores de la estructura del pavimento existen variados métodos de diseño, como el Método del Instituto Norteamericano del Asfalto, el Método de la AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS o comúnmente llamado AASHTO 1993, etc.

Pero en el Ecuador, el método de determinación de la estructura del pavimento más utilizado es el Método de la AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO) 1993, es por esta razón, que en el presente proyecto se ha decidido aplicar este método para el diseño de pavimentos, tanto el diseño de pavimento flexible como en la determinación de la estructura del pavimento rígido.



### 5.6.1 METODOLOGÍA PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.

Para realizar el diseño de Pavimento Flexible adecuadamente como dicta el método, se debe seguir los siguientes pasos:

Determinar los valores de los Factores de Carga Equivalentes, según cada tipo de vehículo que se tenga en el estudio de tráfico.

Obtener los valores de Tráfico medio ( $TPDA_{medio}$ ), sacando la media entre el valor del tráfico inicial del proyecto y el tráfico proyectado para el Periodo de Diseño requerido.

Asignar adecuadamente valores de porcentaje de distribución direccional de tránsito (DDT) y de porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño (PCD); según tablas dadas por el método.

Obtener el valor del tráfico a Ejes de Carga Equivalentes de 18000 lb por carril de diseño (ESAL's), con los valores obtenidos en los pasos precedentes y aplicando la fórmula dada por el método.

Todo el procedimiento descrito anteriormente ya fue realizado en el Capítulo de Estudio de Tráfico.

Adicionalmente, el método dice que se incluya las características de la sub-rasante mediante el valor del CBR.

Por medio de las características de la vía y por su composición se debe adoptar el valor de Confiabilidad (R); del valor de Confiabilidad obtenido adoptamos valores de Desviación Estándar ( $Z_r$ ) y Error Estándar ( $S_o$ ), que vienen relacionados en tablas del método AASHTO.

Basándose en el servicio que dará la vía, se asigna valores de Índices de serviciabilidad tanto inicial como final.

Es necesario incluir las características de los materiales que se utilizarán en la Capa de Rodadura, Base, Sub-base y mejoramiento; por medio del valor de Módulo Elástico obtenido



en laboratorio y los valores de Coeficiente Estructural de Capa (a) y Factor de Drenaje (m), que viene dado por el método.

Variar el valor del Número Estructural (SN), hasta que la ecuación de comprobación se iguale con el valor del Logaritmo de los ESAL's; con este análisis se obtiene el valor de SN requerido para cada caso.

Diseñar los espesores de cada capa de la estructura vial, cumpliendo los Números Estructurales, en concordancia con el esquema de diseño del Método AASHTO 1993.

### **5.6.2 METODOLOGÍA PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO.**

Como es ampliamente conocido, el procedimiento de determinación de la estructura vial para Pavimento Rígido, difiere considerablemente del proceso que se sigue para la determinación de la estructura vial para Pavimento Flexible.

Es por esto que, a continuación se describe también el proceso a seguir para el diseño correcto de un Pavimento Rígido:

Determinar los valores de Tráfico proyectado (TPDA), para el periodo de diseño que se va a analizar.

Asignar adecuadamente el valor del porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño (PCD); según tablas dadas por el método.

Para determinar el Factor de Confiabilidad ( $F_c$ ), se lo obtiene por medio de las características de la vía y por su composición, ya que se adopta un valor de Confiabilidad ( $R$ ); del valor de Confiabilidad obtenido asumimos valores de Desviación Estándar ( $Z_r$ ) y Error Estándar ( $S_o$ ), que vienen relacionados en tablas facilitadas por el método.

Obtener el valor del tráfico a Ejes de Carga Equivalentes de 18000 lb por carril de diseño (ESAL's), con los valores obtenidos en los pasos precedentes y aplicando la fórmula dada por el método.



Todo el procedimiento descrito anteriormente ya fue realizado en el Capítulo de Estudio de Tráfico.

Adicionalmente, el método dice que se incluya las características de la sub-rasante mediante el valor del Módulo de reacción de la Sub-rasante.

Se debe considerar, las características que definen al hormigón y que influyen en el diseño como la Resistencia a sus 28 días ( $f'c$ ), Resistencia media a la flexo-tracción ( $S'c$ ) o también llamada Módulo de Ruptura y el Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ).

Geométricamente se debe tener en cuenta los valores de Coeficiente de Drenaje ( $C_d$ ) como en el caso del Pavimento Flexible y el Coeficiente por transmisión de cargas en Juntas ( $J$ ).

Basándose en el servicio que dará la vía, se asigna valores de Índices de serviciabilidad tanto inicial como final.

Variar el valor de Espesor de losa ( $D$ ) hasta que la ecuación de comprobación se iguale con el valor del Logaritmo de los ESAL's, el valor obtenido en este análisis es el espesor de losa requerido para las cargas solicitantes.

## 5.7 DATOS DE TRÁFICO.

Como se describió en la Metodología, los valores de tráfico se los realizaron, aplicando tanto para Pavimento Flexible como para Pavimento Rígido su proceso en particular, por consiguiente a continuación se detalla los valores obtenidos de tráfico para estos dos casos y para los Periodos de Diseño requeridos.

### **Pavimento Flexible.**

A continuación se presenta la tabla de obtención del valor de los ESAL's obtenidos para los Periodos de Diseño requeridos:



**Cuadro 5.2. Número de Ejes Equivalentes Pavimento Flexible (ESAL's).**

TIPO DE VEHÍCULO		F.C.E	PERIODOS DE DISEÑO			
			10		20	
			TPDA <sub>medio</sub>	ESAL's	TPDA <sub>medio</sub>	ESAL's
Livianos		0.0010	9 405	13959	12 385	36762
Camioneta		0.0086	2 436	30735	3208	80941
Bus		2.6769	998	3900970	1238	9676498
Camión	2D	5.2451	167	1277402	214	3275602
	3A	3.4668	242	1222790	310	3135563
	T3-S2	6.2748	259	2371324	332	6080712
			8817180	<b>TOTAL</b>		22286077

Fuente: Los Autores.

En el cuadro anteriormente desarrollado, se puede visualizar los Números de Ejes de Carga Equivalente, según el período de diseño definido para el diseño de la estructura vial.

ESAL 10 años = 8 817 180

ESAL 20 años = 22 286 077

Cada uno de estos valores nos servirá para el diseño de la estructura vial.

Para el realizar el diseño de la estructura de la vía se basará en el valor de ESAL 10 años, con el cual se definiría los espesores de cada una de las capas de material que soporten dichas cargas, con esta actividad se cumpliría la primera etapa de diseño.

Mientras que el valor de ESAL 20 años, nos servirá para realizar la repavimentación de la vía al fin de la primera etapa (10 años), y con esta actividad se estaría cumpliendo con la segunda etapa del diseño.

**Pavimento Rígido.**

A continuación se presenta la tabla de obtención del valor de los ESAL's obtenidos para los Periodos de Diseño requeridos:

**Cuadro 5.3. Número de Ejes Equivalentes Pavimento Rígido 20 años (ESAL's).**

<b>TPDAo</b>	10967	Vehiculos
<b>TPD (una direccion)</b>	8226	Vehiculos
<b>Periodo de Diseño (n)</b>	20	años
<b>Tasa crecimiento de tráfico anual promedio (i)</b>	4.00	%
<b>Factor de Proyección (FP)</b>	1.50	
<b>Porcentaje Vehiculos Pesados carril de diseño (PCD)</b>	82.50	%
<b>Porcentaje Vehiculos Pesados (PVP)</b>	12.57	%
<b>Factor de Seguridad de carga (FS)</b>	1.20	
<b>ESAL's</b>	<b>7472440</b>	

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 5.4. Número de Ejes Equivalentes Pavimento Rígido 40 años (ESAL's)**

<b>TPDAo</b>	10967	Vehiculos
<b>TPD (una direccion)</b>	12064	Vehiculos
<b>Periodo de Diseño (n)</b>	40	años
<b>Tasa crecimiento de tráfico anual promedio (i)</b>	4.00	%
<b>Factor de Proyección (FP)</b>	2.20	
<b>Porcentaje Vehiculos Pesados carril de diseño (PCD)</b>	79.50	%
<b>Porcentaje Vehiculos Pesados (PVP)</b>	12.57	%
<b>Factor de Seguridad de carga (FS)</b>	1.20	
<b>ESAL's</b>	<b>21122097</b>	

Fuente: Los Autores.

En los cuadros anteriormente desarrollados, se puede visualizar los Números de Ejes de Carga Equivalente, según el período de diseño definido para el diseño de la estructura vial.



ESAL 20 años = 7 472 440

ESAL 40 años = 21 122 097

Para realizar el diseño de la estructura de la vía se basará en los valores de ESAL's 20 años y de ESAL's 40 años, con los cual se definiría el Espesor de Losa de Hormigón requerida para soportar las solicitudes dadas.

Con esta actividad se cumpliría la primera y única etapa de diseño para pavimento rígido, ya que para el presupuesto se recomendará la estructura más conveniente de pavimento Rígido que exija la Avenida Escalón 3.

## 5.8 DISEÑO DE PAVIMENTOS.

El pavimento es una superficie que se la construye para dar facilidad en el tránsito vehicular el cual está compuesto por diferentes tipos de vehículos, este está conformado por capas de distintos materiales los cuales están destinados a soportar, distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito al subsuelo.

Las dos principales opciones para el diseño de pavimentos que se consideran para vías de gran capacidad son el pavimento flexible y el pavimento rígido, los dos se diferencian en la forma que resisten sus estructuras a la flexión.

Para el presente proyecto se va a realizar el diseño de dos opciones, el cual va a ser el Diseño de Pavimento Flexible y el Diseño de Pavimento Rígido, los mismos que se desarrollan a continuación:



### **5.8.1 PARÁMETROS GENERALES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO.**

Según el Método de la AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO) 1993, el Diseño del Pavimento Flexible se basa principalmente en la obtención del número estructural (SN), el mismo que según la teoría, debe soportar adecuadamente las solicitaciones de cargas aplicadas por medio de los espesores de capa de la estructura vial determinadas.

Mientras que para el caso del Diseño de Pavimento Rígido el Método AASHTO 1993, busca establecer el espesor de losa necesario para satisfacer las demandas de carga vehicular que se presentará en el .proyecto.

A continuación, se procederá a la determinación de cada uno de los parámetros que involucran al Diseño de Pavimento Flexible y al Diseño de Pavimento Rígido; Para finalmente establecer los espesores de cada capa de la estructura vial.

#### **Periodo de Diseño.**

Es la principal variable de tiempo que se involucra en el diseño de un pavimento.

Es el tiempo para el cual, se evalúa un pavimento, considerando su comportamiento y sus principales características para llegar a determinar una estructura acorde a las solicitaciones aplicadas, en dicho periodo de tiempo.

El método facilita un cuadro en donde se tiene una guía para asumir el Periodo de Diseño, partiendo del tipo de vía que se va a diseñar.

Según la clasificación dada por el MTOP, la presente vía está clasificada como una carretera Tipo RII, mientras que por su funcionalidad está clasificada como un Corredor Arterial; por lo tanto, según el cuadro siguiente, a nuestra vía se la cataloga como una vía Interurbana de Tránsito elevado; en el cual comprenden Periodos de Diseño que van desde 20 a 50 años.

**Cuadro 5.5. Periodos de Diseño en función del tipo de vía.**

<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Periodo de Diseño (Años)</b>
Urbana de tránsito elevado.	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Para el caso del presente proyecto se ha tomado en cuenta dos etapas en el diseño para el pavimento flexible; la primera etapa que tiene un Periodo de Diseño de 10 años en donde se obtendrá la estructura de la capa vial a colocarse en el proyecto, mientras que la segunda etapa comprende un Periodo de Diseño de 20 años en donde se realizará el análisis para el reforzamiento de misma estructura vial, variando solamente la capa de rodadura.

Mientras que para el Diseño del Pavimento Rígido se ha considerado realizar el análisis para un Período de Diseño de 20 años en una sola etapa.

#### **Nivel de Confiabilidad (R).**

Este factor toma en cuenta el grado de incertidumbre que se tiene en el método de Diseño para que la estructura vial llegue al final de su vida útil en óptimas condiciones; ya que en el proceso de cálculo, intervienen una gran cantidad de variables tanto de la obtención de características de los materiales como también factores ambientales entre otros, que en el momento del cálculo pueden variar en gran magnitud al resultado final.

Es por esta razón, que el método recomienda valores de Niveles de Confiabilidad basados en la clasificación funcional de la vía; los mismos que se muestran en el cuadro siguiente.

**Cuadro 5.6. Nivel de Confiabilidad en función del tipo de vía.**

CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVELES RECOMENDADOS	
	URBANOS	RURALES
Carreteras interestatales y autopistas	85 - 99,9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 – 95
Vías colectoras	80 - 95	75 – 95
Vías locales	50 - 80	50 – 80

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Dado que la vía está catalogada como Corredor Arterial, se considera los valores del ítem de Arterias Principales como se puede observar en el cuadro anterior, el cual da valores recomendados de Nivel de Confiabilidad entre el 85% hasta 99.9%.

El valor de Nivel de Confiabilidad, adoptado para el desarrollo del presente proyecto es del 90%; ya que el mencionado valor satisface la recomendación dada por el método y por la importancia de la vía.

### **Desviación Normal ( $Z_r$ ) y Desviación Estándar ( $S_o$ ).**

Estos dos parámetros vienen ligados con el valor de Nivel de Confiabilidad.

Al realizar la gráfica del comportamiento real del pavimento y comparándola con la curva de diseño propuesta por la AASHTO, se puede observar que son similares en su forma, pero estas no coinciden, esta inconsistencia se debe a errores asociados a la ecuación de comportamiento propuesta por el método y a la dispersión de datos que se presenta en el transcurso del análisis del dimensionamiento del pavimento.

Para corregir este problema, la AASHTO propone un enfoque estadístico, para así poder realizar el ajuste de estas dos curvas; asignando un valor de Desviación Estándar ( $S_o$ ) que



representa el valor del error entre las dos curvas y de esta manera compatibilizar los comportamientos de estas.

Se define como factor de ajuste de las curvas, al producto entre la Desviación Estándar ( $S_o$ ) y la Desviación Normal ( $Z_r$ ).

A continuación, podemos observar la tabla en donde están representados los valores de Desviación Normal, en función del Nivel de Confiabilidad asignado al Proyecto.

**Cuadro 5.7. Factores de Desviación Normal.**

CONFIABILIDAD (%)	DESVIACION NORMAL ( $Z_r$ )
70.00	-0.524
75.00	-0.674
80.00	-0.841
85.00	-1.037
90.00	-1.282
95.00	-1.645
98.00	-2.054
99.00	-2.327

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

En cuanto a la Desviación Estándar ( $S_o$ ), la guía del AASHTO recomienda adoptar valores que se encuentren dentro del siguiente intervalo:

$$0.40 \leq S_o \leq 0.50 \quad \text{Para Pavimentos Flexibles.}$$

$$0.30 \leq S_o \leq 0.40 \quad \text{Para Pavimentos Rígidos.}$$

Para el Nivel de Confianza adoptado ( $R = 90\%$ ), y utilizando la tabla dada por el Método, se obtiene un valor de Desviación Estándar  $Z_r = -1.282$ .



Y se adopta un valor de Desviación Estándar **So = 0.45** para Pavimento Flexible; y un valor de **So = 0.35** para Pavimento Rígidos; valores que se encuentran entre los límites establecidos para cada caso.

### **Módulo Resiliente de la Sub-rasante ( $M_R$ ).**

El Módulo Resiliente se define como la relación entre el Esfuerzo desviador aplicado a un material versus su deformación axial resiliente.

El Modulo Resiliente, es un parámetro que se utiliza en la Ingeniería de Pavimentos para comprobar el estado de una capa de suelo (sub- rasante).

Este parámetro nos da una idea de la calidad y durabilidad que puede tener esta capa de suelo, ya que este factor se lo determina a través de la aplicación de cargas cíclicas, las cuales se asemejan a las cargas de tránsito. Estas cargas aplicadas llevan al suelo a un estado tensional similar al de servicio.

Este parámetro se lo puede determinar en laboratorio, pero a su vez el método facilita formulación que determina este parámetro basándose en el valor de CBR.

En el Proyecto se tiene dos valores definidos de CBR y estos dos valores son menores a 10%, por esta razón la formula a utilizarse en el presente caso es la siguiente:

$$MR = 1500 * CBR \quad \text{Fórmula cuando } CBR < 10\%$$

La fórmula dada anteriormente nos facilita el valor del Módulo Resiliente en Psi.

A continuación tenemos los valores de CBR y sus correspondientes Módulos Resilientes para el presente proyecto:



**Cuadro 5.8. Módulo Resiliente.**

CBR (%)	Módulo Resiliente (MR)
1.75	2625
3.21	4815

Fuente: Los Autores.

**Pérdida del Índice de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI).**

Es un parámetro, que nos ayuda a representar por medio de un valor numérico la capacidad de servicio que tiene la vía para el tránsito que fue diseñado.

Por lo cual tenemos que, para un pavimento que se encuentra en pésimas condiciones de prestar servicio tiene un índice de PSI de 0, mientras que para un pavimento que está en perfectas condiciones tenemos un valor máximo de 5.

Para un mejor entendimiento de este parámetro a continuación se da un cuadro donde se califica al pavimento según su estado.

**Cuadro 5.9. Índice de Serviciabilidad.**

Índice de Serviciabilidad ( <i>PSI</i> )	Calificación
5 – 4	Muy buena
4 – 3	Buena
3 – 2	Regular
2 – 1	Mala
1 – 0	Muy mala

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.



Para el diseño es necesario establecer valores de Serviabilidad Inicial (PSIo) y de Serviabilidad Final (PSIf).

El valor de Serviabilidad Inicial (PSIo) se lo asume en función del diseño del pavimento y de la calidad del proceso de construcción; mientras que el valor de Serviabilidad Final (PSIf) se lo considera en función de la categoría del camino y al criterio del ingeniero proyectista.

A continuación se presenta los valores recomendados de Serviabilidad Inicial y Final para cada caso:

Serviabilidad Inicial (PSIo):

PSIo = 4.2                      Para Pavimento Flexible.

PSIf = 4.5                      Para Pavimento Rígido.

Serviabilidad Final (PSIf):

PSIo = 2.0                      Para caminos de tránsito menor.

PSIf = 2.5 o más                      Para caminos muy importantes.

Para el presente proyecto se considerará los siguientes valores:

**Cuadro 5.10. Índice de Serviabilidad para la Avenida Escalón 3.**

<b>Tipo de Pavimento</b>	<b>PSIo</b>	<b>PSIf</b>	<b><math>\Delta</math>PSI</b>
<b>Flexible</b>	4.2	2.5	1.7
<b>Rígido.</b>	4.5	2.5	2.0

Fuente: Los Autores.



### **5.8.2 DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE.**

El pavimento flexible es la estructura vial más utilizada en nuestro medio, tiene grandes ventajas, ya que su análisis es ampliamente conocido al igual que su técnica de construcción.

En sus características principales el pavimento debe ser lo suficientemente impermeable, soportar y transmitir las cargas de tránsito, soportar el desgaste que produce el clima y el tránsito repetido de vehículos.

Para la correcta determinación de la estructura debemos conocer variables, algunas de las mismas que son obtenidas por medio de análisis de laboratorio, mientras que otras son determinadas por medio de ábacos dados por el método e incluyendo el criterio del diseñador.

#### **5.8.2.1 Parámetros que intervienen en el diseño de pavimento flexible.**

##### **Valor de Soporte de California (CBR).**

Es uno de los ensayos más conocidos en la ingeniería de pavimentos, el cual está destinado a medir la resistencia del suelo frente a cargas dinámicas de tránsito aplicadas.

El CBR se determina midiendo la carga que produce una penetración en el suelo de 2.5 mm de un pistón de tres pulgadas cuadradas de área y se la compara con la carga que produce la misma penetración en una muestra patrón.

La muestra patrón es una piedra partida muy bien graduada.

El valor de CBR se mide en porcentaje, sea dicho de paso que estos valores son muy variables dependiendo del suelo ya que se puede decir que para arcillas plásticas se tiene por lo general valores entre 2% y 3%; mientras que para material granular de buena calidad se obtienen valores de un 70% para arriba.

Calculo del valor del Percentil al 85%.

A continuación se presenta el CBR del laboratorio en cada Abscisa del Proyecto:



**Cuadro 5.11. CBR por Abscisa.**

ABSCISA	CBR
<b>0+500</b>	3.9
<b>1+500</b>	3.7
<b>2+500</b>	2.1
<b>3+100</b>	1.6
<b>3+500</b>	2.2
<b>4+500</b>	3.0

Fuente: Los Autores.

A continuación se define los tramos de diseño considerando el valor del soporte de California (CBR), en consideración del Percentil al 85%:

**Cuadro 5.12. CBR de Diseño Percentil 85%.**

CBR ordenado	CBR PERCENTIL 85%	TRAMO
<b>3.9</b>	3.21	0+000 - 2+000 4+000 - 4+550
<b>3.7</b>		
<b>3.0</b>		
<b>2.2</b>	1.75	2+000 - 4+000
<b>2.1</b>		
<b>1.6</b>		

Fuente: Los Autores.



### **Módulo Elástico o Módulo Resiliente.**

Como es conocido el módulo de elasticidad es la relación entre la tensión unitaria y la deformación unitaria del material que se analiza.

En el análisis de pavimentos, debemos conocer los módulos de elasticidad de los materiales que componen la capa de rodadura, base, sub-base y cuando es necesario capa de mejoramiento; puesto que estos valores intervienen directamente en la fórmula de dimensionado para determinar el número estructural.

En el presente proyecto se va a considerar una capa de mejoramiento, ya que los valores de CBR de la sub-rasante nos indican que estamos en presencia de un suelo de baja calidad.

A continuación se presentan los valores de Módulo de Elasticidad para los materiales necesarios para el presente diseño.

**Cuadro 5.13. Módulos de Elasticidad de los materiales de Capas Estructurales.**

<b>Capa</b>	<b>Módulo de Elasticidad (Psi)</b>
<b>Capa de Rodadura</b>	379975
<b>Base</b>	27500
<b>Sub-base</b>	15000
<b>Mejoramiento</b>	12750

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

### **Factor de Drenaje (m).**

El agua es un elemento que se presenta en toda obra civil, es por esto que se debe tener un especial cuidado con la manera que el agua puede influir en el correcto desarrollo de un proyecto.



La humedad que genera el agua en un proyecto tiene una gran repercusión en el comportamiento de los materiales que constituyen el paquete estructural de la vía.

Como es sabido, un correcto drenaje aumenta la capacidad portante del suelo de la Subrasante, ya que el módulo resiliente se incrementa al bajar el contenido de humedad.

El coeficiente de drenaje depende principalmente de la Capacidad de drenaje, el cual es determinado por el tiempo en que el agua tarda en ser evacuada y por el Porcentaje de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, a lo largo del año.

A continuación, se presenta los tiempos de drenaje recomendados por la AASHTO, basados en el tiempo que tarda el agua en ser evacuada.

En cuanto a la calidad de drenaje, para el proyecto se considera un drenaje de carácter Bueno para la capa de rodadura, asumiendo que el agua drena en un máximo de 1 día.

**Cuadro 5.14. Capacidad de Drenaje.**

<b>Calidad del Drenaje</b>	<b>Tiempo que tarda el agua en ser Evacuada</b>
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	No drena

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Para establecer, los Coeficientes de drenaje que intervendrán en el diseño, nos basamos en la capacidad de drenaje que se estableció en el cuadro anterior y en el tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.



A continuación se presenta el cuadro para determinar los coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.

**Cuadro 5.15. Valores  $m_i$  para modificar los Coeficientes Estructurales o de Capa en Pavimentos Flexibles.**

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1%	1% al 5%	5% al 25%	Más del 25%
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Para el proyecto, se toma en cuenta, los siguientes valores de factor de drenaje, según el material de cada capa.

**Cuadro 5.16. Factor de Drenaje para la Avenida Escalón 3.**

Capa	Factor de Drenaje (m)
Capa de Rodadura	1.00
Base	0.80
Sub-base	0.80
Mejoramiento	0.75

Fuente: Los Autores.



### **Coefficiente Estructural de Capa (a).**

Los coeficientes estructurales, son valores numéricos que representan el comportamiento de las capas según las solicitaciones de carga que se las presenten.

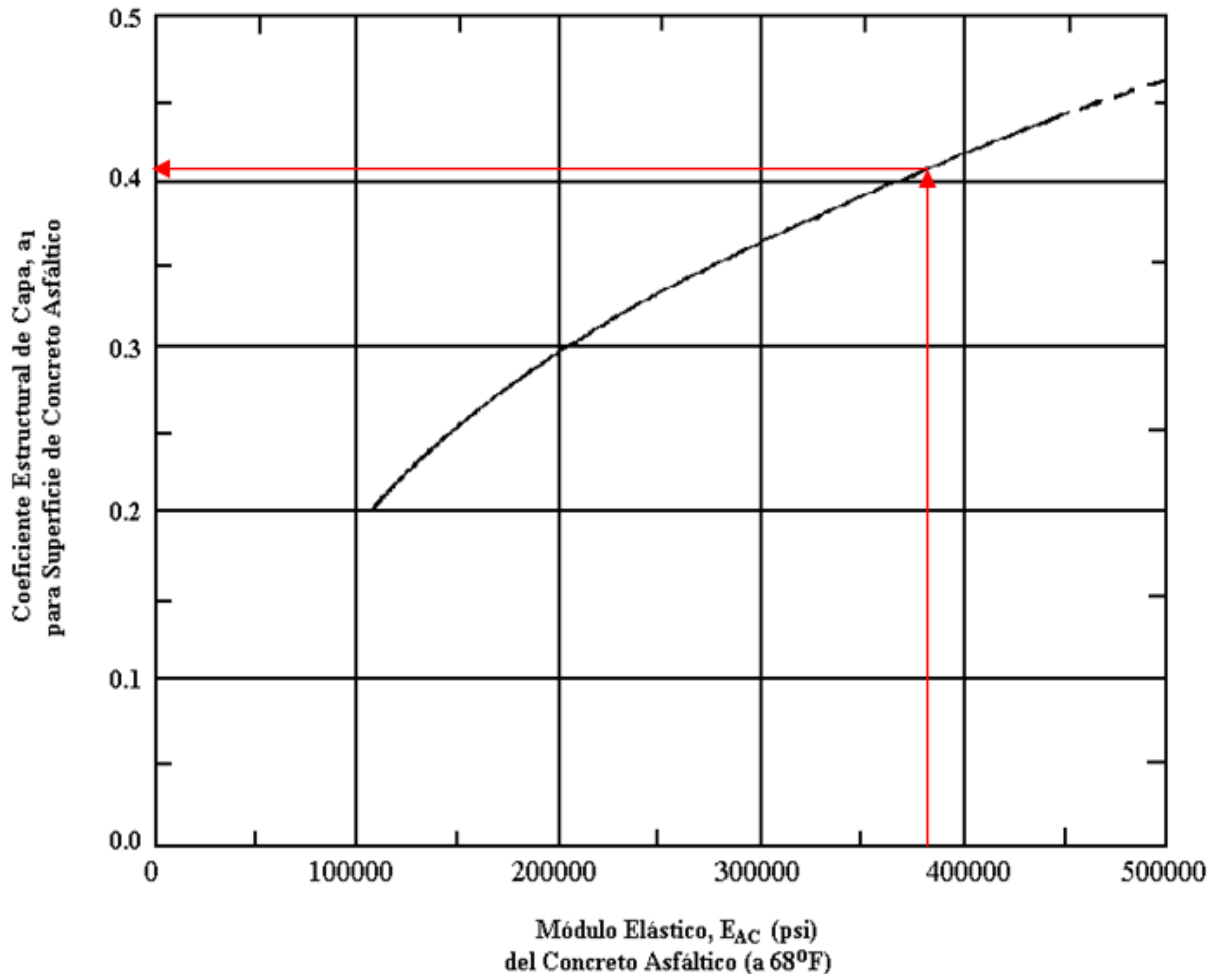
Estos coeficientes se los determina por medio de las características de cada material en particular y con la ayuda de ábacos que da el método de cálculo.

A continuación, se va a detallar para cada caso la obtención de estos valores:



## Capa de Rodadura (a1).

**Gráfico 5.1. Ábaco para estimar el coeficiente estructural de la Carpeta Asfáltica “a1”.**

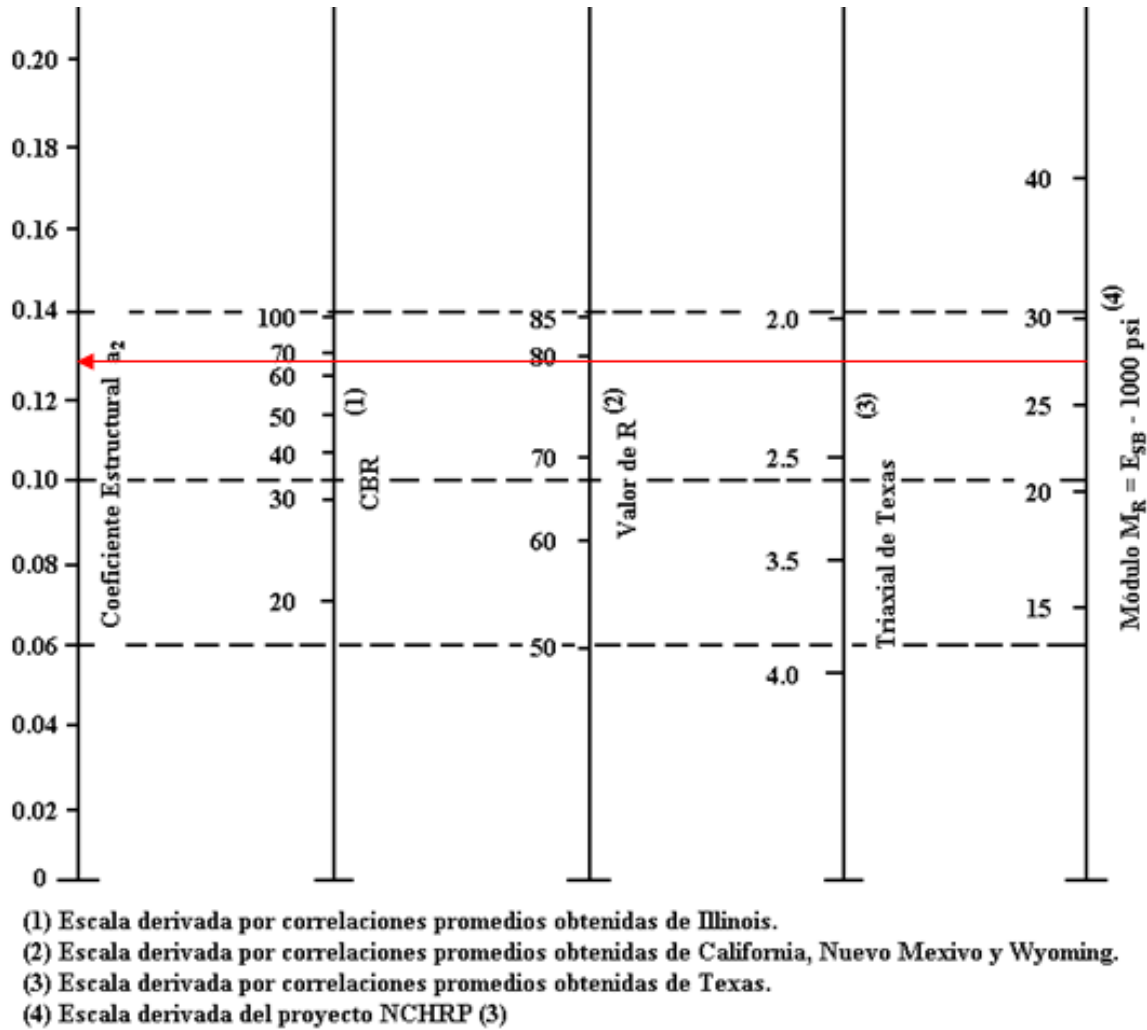


Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Para determinar el valor del coeficiente estructural de la capa de rodadura ( $a_1$ ), en el gráfico anterior ingresamos con el valor del Módulo Elástico que para esta capa es de 379975 Psi en el eje de las abscisas, subimos hasta encontrarnos con la línea de quiebre y nos desplazamos hasta el eje de las ordenadas donde están los valores de Coeficiente estructural de capa de rodadura ( $a_1$ ), el cual nos da un valor de  **$a_1 = 0.41$** .

Base (a2).

Gráfico 5.2. Ábaco para estimar el coeficiente estructural de la Base granular “a<sub>2</sub>”.

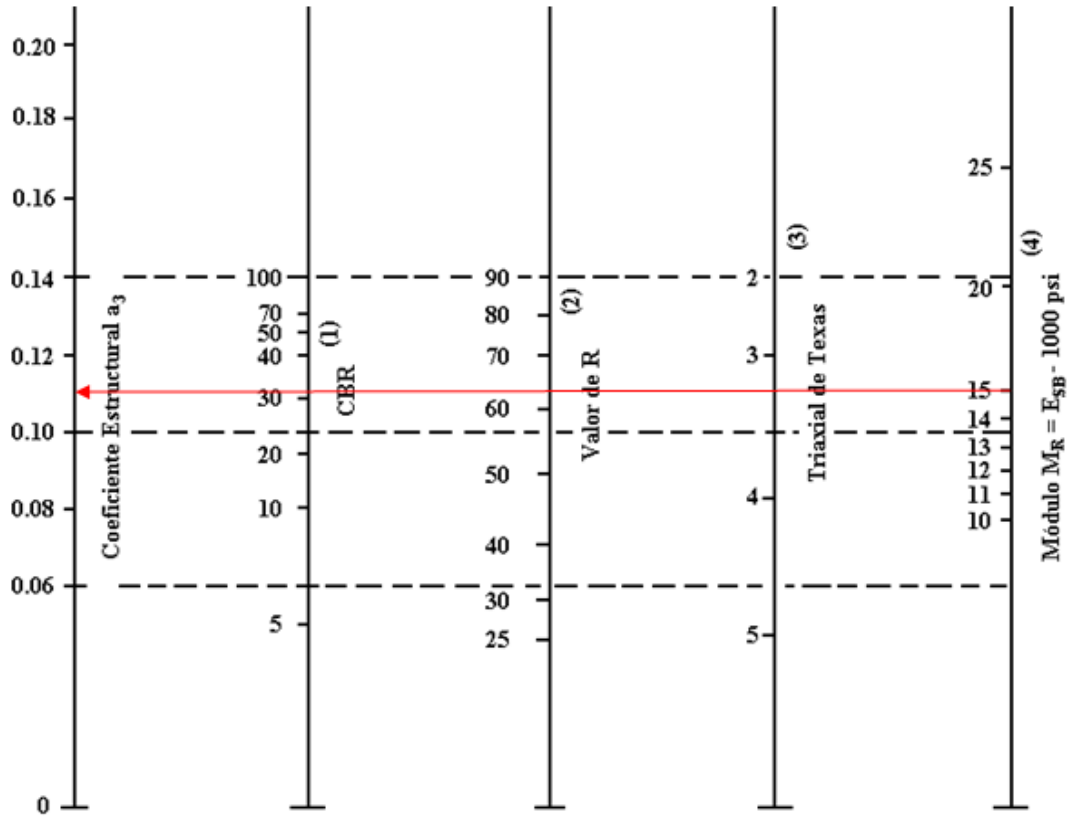


Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Para determinar el coeficiente estructural de la capa Base (a<sub>2</sub>), ingresamos con el módulo de elasticidad del material que es 27500 Psi en la línea (4) de la gráfica y avanzamos de forma horizontal hasta encontrarnos con la línea extrema izquierda la cual representa los valores del coeficiente estructural que se busca; el resultado que nos da de coeficiente estructural de capa Base es **a<sub>2</sub> = 0.133**.

**Sub-base (a3).**

**Gráfico 5.3. Ábaco para estimar el número estructural de la Sub-base granular “a3”.**



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.  
 (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.  
 (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.  
 (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993

Al igual que en la determinación del valor del coeficiente estructural de la base (a2), en este gráfico se inicia ingresando el valor del módulo de elasticidad que para esta capa de material es de 15000 Psi en la línea (4) del ábaco, a continuación extendemos una línea horizontal hasta la línea del coeficiente estructural de la Sub-base (a3), en la intersección de estas dos líneas se toma el valor de a3. Para este caso se obtiene un valor de Coeficiente estructural de Sub-base **a3 = 0.108**.



#### **Mejoramiento (a4).**

El valor del Coeficiente estructural del material de la capa de mejoramiento denominado a4, se lo ha tomado del estudio realizado por el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Politécnica Salesiana para el Ilustre Municipio de Quito, Administración Zona Quitumbe.

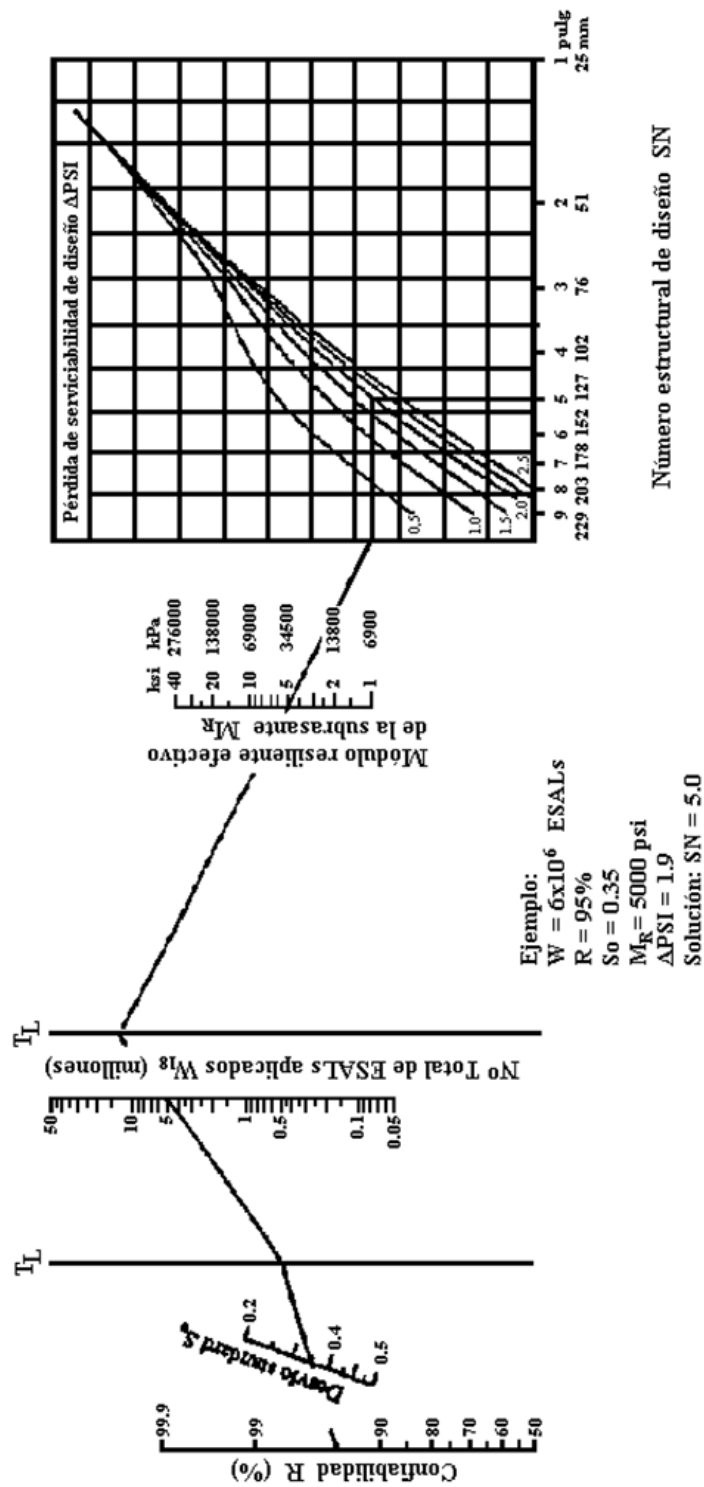
El valor del Coeficiente Estructural de la Capa de Mejoramiento es **a4 = 0.071**.

#### **5.8.2.2 Determinación del número estructural (SN).**

Como es conocido que el primer pilar del método AASHTO es la determinación del Número Estructural (SN) sobre la capa de Sub-rasante, para dicho propósito el método facilita un ábaco y una fórmula para llegar a obtenerlo.

El ábaco que facilita la obtención del Número Estructural (SN) es el siguiente:

Gráfico 5.4. Ábaco de diseño AASHTO para Pavimentos Flexibles.



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.



La ecuación en la que está basado el ábaco y también es ayuda del método es la siguiente:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

Donde:

SN = Número Estructural.

W18 = Tráfico Equivalente.

$Z_R$  = Desviación Normal para un Nivel de Confiabilidad R.

$S_0$  = Desviación Estándar.

$\Delta PSI$  = Pérdida del Índice de Serviciabilidad.

$M_R$  = Módulo Resiliente de la Sub-rasante.

Para el caso del presente proyecto, se utilizó la Ecuación de Diseño, la misma que fue ingresada en una hoja de cálculo EXCEL, para facilitar el análisis y posibles correcciones.

#### 5.8.2.3 Determinación de los espesores de las capas estructurales (D).

La determinación de los espesores de las capas estructurales, se basa en su dimensionamiento a través de las características específicas de los materiales de cada capa.

El método prevé también las deformaciones permanentes que podía sufrir la estructura del pavimento por el efecto de tensiones verticales altas; por lo cual da valores de espesores mínimos de capas estructurales en función del Tráfico Equivalente o ESAL's que tenga el proyecto. A continuación se muestra el cuadro con los valores antes mencionados.

**Cuadro 5.17. Espesores mínimos de capa en función de los ESAL's.**

Número de Tráfico Equivalente ó ESAL's.	Espesores Mínimos.			
	Concreto Asfáltico.		Base Granular.	
	Pulgadas	Centímetros	Pulgadas	Centímetros
Menos de 50000	1.0 ó T.S	2.5 ó T.S.	4.0	10.0
50 000 – 150 000	2.0	5.0	4.0	10.0
150 001 – 500 000	2.5	6.5	4.0	10.0
500 001 – 2 000 000	3.0	7.5	6.0	15.0
2 000 001 – 7 000 000	3.5	9.0	6.0	15.0
7 000 001 o más	4.0	10.0	6.0	15.0

T.S. = Tratamiento superficial.

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Determinado el número estructural (SN) de la estructura vial, se procede a obtener una sección multicapa que en conjunto tenga la capacidad de soporte necesaria para satisfacer el Número Estructural de diseño determinado inicialmente.

Es decir el Número Estructural de la sección multicapa debe ser mayor o igual que el Número Estructural de Diseño.

Para realizar el proceso descrito anteriormente utilizamos la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3 + a_4 \cdot D_4 \cdot m_4$$

Donde:

SN = Número Estructural.

$a_1, a_2, a_3, a_4$  = Coeficientes estructurales de cada capa (Capa de Rodadura, Base, Sub-base; Mejoramiento).

$D_1, D_2, D_3, D_4$  = Espesor de cada capa estructural (Capa de Rodadura, Base, Sub-base, Mejoramiento).



$m_2, m_3, m_4$  = valor de coeficiente de drenaje de cada capa estructural (Capa de Rodadura, Base, Sub-base, Mejoramiento).

Esta además mencionar que los valores de Coeficiente Estructural ( $a$ ) y Coeficiente de Drenaje ( $m$ ), se los determinó en su respectivo espacio en paginas predecesoras.

Para determinar los espesores de capa, se debe considerar en la ecuación de diseño, el módulo elástico de cada capa que está inmediatamente por debajo de la capa en análisis; considerando esto para determinar el espesor de la Capa de Rodadura  $D_1$ , se tiene en cuenta el módulo elástico de la Capa Base, y de esta manera se obtiene el  $SN_1$  que tiene que ser soportado por la Capa de Rodadura.

En donde el espesor de la Capa de Rodadura  $D_1$  debe ser:

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

Teniendo que:

$$SN_1^* = a_1 \cdot D_1$$

Se prosigue con la determinación del espesor de la Capa Base de la estructura, la misma que debe ser:

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \cdot m_2} \geq \frac{SN_{BASE}}{a_2 \cdot m_2}$$

Teniendo que:

$$SN_{BASE} = a_2 \cdot m_2 \cdot D_2$$

Así mismo, se continúa con la determinación del espesor de la Capa de Sub-base, la cual debe ser:





$$D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \cdot m_3} \geq \frac{SN_{SUB-BASE}}{a_3 \cdot m_3}$$

Teniendo que:

$$SN_{SUB-BASE} = a_3 \cdot m_3 \cdot D_3$$

Y para finalizar, determinamos con el mismo procedimiento el espesor de la Capa de Mejoramiento, el mismo que tenemos así:

$$D_3 \geq \frac{SN_{TOTAL} - (SN_1^* + SN_2^* + SN_3^*)}{a_4 \cdot m_4} \geq \frac{SN_{MEJORAMIENTO}}{a_4 \cdot m_4}$$

Teniendo que:

$$SN_{MEJORAMIENTO} = a_4 \cdot m_4 \cdot D_4$$

Al final del proceso, se debe tener que la suma de los números estructurales de las capas deben ser mayor o igual al Número estructural determinado en el análisis:

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* + SN_4^* \geq SN_{TOTAL}$$

$$SN_{TOTAL}^* \geq SN_{TOTAL}$$

Con este proceso, se llega a obtener los espesores de Capa de la estructura vial.

Para el análisis del presente proyecto se ha considerado, utilizar la ecuación de diseño, puesto que para el análisis es mucho más preciso y se pueden realizar correcciones.

La hoja de cálculo preparada para realizar la determinación de las capas estructurales está compuesta de las siguientes partes:

Tiene como parte inicial la identificación e información del proyecto, donde consta el nombre asignado al proyecto y el abscisado del cual es parte el análisis.



Y la hoja de cálculo en sí, consta de:

A. Ingreso de Datos Iniciales; en donde se incluye información de:

Valor de tráfico equivalente ó ESAL's, Período de Diseño, Nivel de Confiabilidad (R), Desviación Normal ( $Z_r$ ), Desviación Estándar ( $S_o$ ), Valor de Soporte de California (CBR), Módulo Resiliente de la Sub-rasante ( $M_R$ ), Serviciabilidad Inicial (PSI<sub>o</sub>), Serviciabilidad final (PSI<sub>f</sub>) y Pérdida de Serviabilidad ( $\Delta$ PSI).

B. Ingreso de variables relacionadas con las características de los materiales que componen la estructura vial; en donde se tiene información de:

Módulos Elásticos, valor de Coeficiente Estructural de Capa (a) y valor de Factor de Drenaje (m); esta información es de Capa de Rodadura, Base, Sub-base y capa de Mejoramiento.

C. En esta parte de la hoja de cálculo se realiza el ajuste y determinación del Número Estructural del paquete; en donde se realiza lo siguiente:

Se determina el Logaritmo de los ejes equivalentes o ESAL's en el casillero **LOG(Ejes)**, para igualar con la segunda parte de la ecuación que está en los casilleros de **Igualdad de Ecuación**; el casillero **Igualdad de Ecuación** varía en cuanto varíe el valor del casillero del **Número Estructural (SN)**. Obtendremos el Número Estructural de Diseño cuando el casillero **LOG(Ejes)** y el casillero **Igualdad de Ecuación** sean iguales.

D. En este punto la hoja de cálculo realiza la determinación de los Espesores de Capa; en donde con la ayuda de los procesos anteriores de la hoja de cálculo obtenemos los espesores de capa según el Número Estructural.

### Diseño de Pavimento Flexible.

El diseño de Pavimento se presenta a continuación:

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, MÉTODO AASHTO 1993.****PROYECTO:** Avenida Escalón 3.**ABSCISA:** 0+000 a 2+000 y 4+000 a 4+550.**A. DATOS INICIALES.**

Ejes equivalentes 8.2 Ton =	8817180	
Periodo de Diseño =	10	años
Confiabilidad R =	90	%
Desviación Normal ( $Z_r$ ) =	-1.282	
Desviación Estandar ( $S_o$ ) =	0.45	
CBR (diseño) =	3.21	
Módulo Resiliente ( $M_R$ ) =	4815	Psi
Serviciabilidad inicial ( $PSI_o$ ) =	4.20	
Serviciabilidad final ( $PSI_f$ ) =	2.50	
Perdida serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) =	1.70	

**B. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

	Carpeta Asfáltica	Base	Sub-base	Mejoramiento
	1	2	3	4
Módulo Elástico (Psi)	379975	27500	15000	12750
Coef. estructural de capa (a)	0.410	0.133	0.108	0.071
Factor de Drenaje (m)	1.00	0.80	0.80	0.75

**C. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) AJUSTES.**

	Total	3	2	1
Número Estructural (SN)	5.63	4.05	3.81	3.03
LOG (Ejes)	6.95	6.95	6.95	6.95
Igualdad de Ecuación	6.95	6.95	6.95	6.95

**D. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPAS.**

		SN*	D		
			Real (cm)	Ajust. (cm)	Ajust. (pulg)
Carpeta Asfáltica.	1	1.61	18.77	10.00	3.94
Base Granular.	2	0.84	52.42	20.00	7.87
Sub-base Granular.	3	1.02	46.98	30.00	11.81
Mejoramiento.	4	2.21	102.74	105.00	41.34
	TOTAL	5.68		165.00	64.96

**E. ESTRUCTURA DE DISEÑO.**

	(cm)	
Carpeta Asfáltica.	10	4 Pulgadas.
Base Granular.	20	
Sub-base Granular.	30	
Mejoramiento.	105	

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, MÉTODO AASHTO 1993.****PROYECTO: Avenida Escalón 3.****ABSCISA: 0+000 a 2+000 y 4+000 a 4+550.****A. DATOS INICIALES.**

Ejes equivalentes 8.2 Ton =	22286077	
Periodo de Diseño =	20	años
Confiabilidad R =	90	%
Desviación Normal (Zr) =	-1.282	
Desviación Estandar (So) =	0.45	
CBR (diseño) =	3.21	
Módulo Resiliente (M <sub>R</sub> ) =	4815	Psi
Serviciabilidad inicial (PSI <sub>o</sub> ) =	4.20	
Serviciabilidad final (PSI <sub>f</sub> ) =	2.50	
Perdida serviciabilidad (ΔPSI) =	1.70	

**B. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

	<b>Carpeta Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Mejoramiento</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Módulo Elástico (Psi)</b>	379975	27500	15000	12750
<b>Coef. estructural de capa (a)</b>	0.410	0.133	0.108	0.071
<b>Factor de Drenaje (m)</b>	1.00	0.80	0.80	0.75

**C. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) AJUSTES.**

	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Número Estructural (SN)</b>	6.36	4.66	4.40	3.53
<b>LOG (Ejes)</b>	7.35	7.35	7.35	7.35
<b>Igualdad de Ecuación</b>	7.35	7.35	7.35	7.35

**D. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPAS.**

		SN*	D		
			Real (cm)	Ajust. (cm)	Ajust. (pulg)
<b>Carpeta Asfáltica.</b>	<b>1</b>	2.42	21.87	15.00	5.91
<b>Base Granular.</b>	<b>2</b>	0.84	47.24	20.00	7.87
<b>Sub-base Granular.</b>	<b>3</b>	1.02	41.19	30.00	11.81
<b>Mejoramiento.</b>	<b>4</b>	2.21	99.07	105.00	41.34
	<b>TOTAL</b>	<b>6.48</b>		<b>170.00</b>	<b>66.93</b>

**E. ESTRUCTURA DE DISEÑO.**

	(cm)	
<b>Carpeta Asfáltica.</b>	<b>15</b>	<b>6 Pulgadas.</b>
<b>Base Granular.</b>	<b>20</b>	
<b>Sub-base Granular.</b>	<b>30</b>	
<b>Mejoramiento.</b>	<b>105</b>	

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, MÉTODO AASHTO 1993.****PROYECTO: Avenida Escalón 3.****ABSCISA: 0+000 a 2+000 y 4+000 a 4+550.****A. DATOS INICIALES.**

Factor Reducción =	2	Por Geomalla.
Ejes equivalentes 8.2 Ton =	4408590	
Periodo de Diseño =	10	años
Confiabilidad R =	90	%
Desviación Normal ( $Z_r$ ) =	-1.282	
Desviación Estandar ( $S_o$ ) =	0.45	
CBR (diseño) =	3.21	
Módulo Resiliente ( $M_R$ ) =	4815	Psi
Serviciabilidad inicial ( $PSI_o$ ) =	4.20	
Serviciabilidad final ( $PSI_f$ ) =	2.50	
Perdida serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) =	1.70	

**B. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

	Carpeta Asfáltica	Base	Sub-base	Mejoramiento
	1	2	3	4
Módulo Elástico (Psi)	379975	27500	15000	12750
Coef. estructural de capa (a)	0.410	0.133	0.108	0.071
Factor de Drenaje (m)	1.00	0.80	0.80	0.75

**C. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) AJUSTES.**

	Total	3	2	1
Número Estructural (SN)	5.10	3.61	3.40	2.69
LOG (Ejes)	6.64	6.64	6.64	6.64
Igualdad de Ecuación	6.64	6.64	6.64	6.64

**D. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPAS.**

		SN*	D		
			Real (cm)	Ajust. (cm)	Ajust. (pulg)
Carpeta Asfáltica.	1	1.61	16.66	10.00	3.94
Base Granular.	2	0.84	42.63	20.00	7.87
Sub-base Granular.	3	1.02	34.04	30.00	11.81
Mejoramiento.	4	1.68	77.50	80.00	31.50
	TOTAL	5.15		140.00	55.12

**E. ESTRUCTURA DE DISEÑO.**

	(cm)	
Carpeta Asfáltica.	10	4 Pulgadas.
Base Granular.	20	
Sub-base Granular.	30	
Mejoramiento.	80	

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, METODO AASHTO 1993.****PROYECTO: Avenida Escalón 3.****ABSCISA: 0+000 a 2+000 y 4+000 a 4+550.****A. DATOS INICIALES.**

Factor Reducción =	2	Por Geomalla.
Ejes equivalentes 8.2 Ton =	11143038	
Periodo de Diseño =	20	años
Confiabilidad R =	90	%
Desviación Normal (Zr) =	-1.282	
Desviación Estandar (So) =	0.45	
CBR (diseño) =	3.21	
Módulo Resiliente (M <sub>R</sub> ) =	4815	Psi
Serviciabilidad inicial (PSI <sub>o</sub> ) =	4.20	
Serviciabilidad final (PSI <sub>f</sub> ) =	2.50	
Perdida serviciabilidad (ΔPSI) =	1.70	

**B. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

	Carpeta Asfáltica	Base	Sub-base	Mejoramiento
	1	2	3	4
Módulo Elástico (Psi)	379975	27500	15000	12750
Coef. estructural de capa (a)	0.410	0.133	0.108	0.071
Factor de Drenaje (m)	1.00	0.80	0.80	0.75

**C. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) AJUSTES.**

	Total	3	2	1
Número Estructural (SN)	5.81	4.20	3.96	3.15
LOG (Ejes)	7.05	7.05	7.05	7.05
Igualdad de Ecuación	7.05	7.05	7.05	7.05

**D. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPAS.**

		SN*	D		
			Real (pulg)	Ajust. (pulg)	Ajust. (cm)
Carpeta Asfáltica.	1	2.42	19.51	15.00	5.91
Base Granular.	2	0.84	36.73	20.00	7.87
Sub-base Granular.	3	1.02	27.66	30.00	11.81
Mejoramiento.	4	1.68	72.88	80.00	31.50
	<b>TOTAL</b>	<b>5.96</b>		<b>145.00</b>	<b>57.09</b>

**E. ESTRUCTURA DE DISEÑO.**

	(cm)	
Carpeta Asfáltica.	15	6 Pulgadas.
Base Granular.	20	
Sub-base Granular.	30	
Mejoramiento.	80	

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, MÉTODO AASHTO 1993.****PROYECTO: Avenida Escalón 3.****ABSCISA: 2+000 a 4+000****A. DATOS INICIALES.**

Ejes equivalentes 8.2 Ton =	8817180	
Periodo de Diseño =	10	años
Confiabilidad R =	90	%
Desviación Normal (Zr) =	-1.282	
Desviación Estandar (So) =	0.45	
CBR (diseño) =	1.75	
Módulo Resiliente (M <sub>R</sub> ) =	2625	Psi
Serviciabilidad inicial (PSIo) =	4.20	
Serviciabilidad final (PSIf) =	2.50	
Perdida serviciabilidad (ΔPSI) =	1.70	

**B. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

	Carpeta Asfáltica	Base	Sub-base	Mejoramiento
	1	2	3	4
Módulo Elástico (Psi)	379975	27500	15000	12750
Coef. estructural de capa (a)	0.410	0.133	0.108	0.071
Factor de Drenaje (m)	1.00	0.80	0.80	0.75

**C. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) AJUSTES.**

	Total	3	2	1
Número Estructural (SN)	6.77	4.05	3.81	3.03
LOG (Ejes)	6.95	6.95	6.95	6.95
Igualdad de Ecuación	6.95	6.95	6.95	6.95

**D. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPAS.**

		SN*	D		
			Real (cm)	Ajust. (cm)	Ajust. (pulg)
Carpeta Asfáltica.	1	1.61	18.77	10.00	3.94
Base Granular.	2	0.84	52.42	20.00	7.87
Sub-base Granular.	3	1.02	46.98	30.00	11.81
Mejoramiento.	4	3.36	157.03	160.00	62.99
	<b>TOTAL</b>	<b>6.83</b>		<b>220</b>	<b>86.61</b>

**E. ESTRUCTURA DE DISEÑO.**

	(cm)	
Carpeta Asfáltica.	10	4 Pulgadas.
Base Granular.	20	
Sub-base Granular.	30	
Mejoramiento.	160	

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, MÉTODO AASHTO 1993.****PROYECTO: Avenida Escalón 3.****ABSCISA: 2+000 a 4+000****A. DATOS INICIALES.**

Ejes equivalentes 8.2 Ton =	22286077	
Periodo de Diseño =	20	años
Confiabilidad R =	90	%
Desviación Normal ( $Z_r$ ) =	-1.282	
Desviación Estandar ( $S_o$ ) =	0.45	
CBR (diseño) =	1.75	
Módulo Resiliente ( $M_R$ ) =	2625	Psi
Serviciabilidad inicial ( $PSI_o$ ) =	4.20	
Serviciabilidad final ( $PSI_f$ ) =	2.50	
Perdida serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) =	1.70	

**B. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

	<b>Carpeta Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Mejoramiento</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Módulo Elástico (Psi)</b>	379975	27500	15000	12750
<b>Coef. estructural de capa (a)</b>	0.410	0.133	0.108	0.071
<b>Factor de Drenaje (m)</b>	1.00	0.80	0.80	0.75

**C. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) AJUSTES.**

	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Número Estructural (SN)</b>	7.60	4.66	4.40	3.53
<b>LOG (Ejes)</b>	7.35	7.35	7.35	7.35
<b>Igualdad de Ecuación</b>	7.35	7.35	7.35	7.35

**D. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPAS.**

		<b>SN*</b>	<b>D</b>		
			<b>Real (cm)</b>	<b>Ajust. (cm)</b>	<b>Ajust. (pulg)</b>
<b>Carpeta Asfáltica.</b>	<b>1</b>	2.42	21.87	15.00	5.91
<b>Base Granular.</b>	<b>2</b>	0.84	47.24	20.00	7.87
<b>Sub-base Granular.</b>	<b>3</b>	1.02	41.19	30.00	11.81
<b>Mejoramiento.</b>	<b>4</b>	3.36	158.12	160.00	62.99
	<b>TOTAL</b>	<b>7.64</b>		<b>225</b>	<b>88.58</b>

**E. ESTRUCTURA DE DISEÑO.**

	<b>(cm)</b>	
<b>Carpeta Asfáltica.</b>	<b>15</b>	<b>6 Pulgadas.</b>
<b>Base Granular.</b>	<b>20</b>	
<b>Sub-base Granular.</b>	<b>30</b>	
<b>Mejoramiento.</b>	<b>160</b>	



**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, METODO AASHTO 1993.****PROYECTO: Avenida Escalón 3.****ABSCISA: 2+000 a 4+000****A. DATOS INICIALES.**

Factor Reducción =	2	Por Geomalla.
Ejes equivalentes 8.2 Ton =	4408590	
Periodo de Diseño =	10	años
Confiabilidad R =	90	%
Desviación Normal (Zr) =	-1.282	
Desviación Estandar (So) =	0.45	
CBR (diseño) =	1.75	
Módulo Resiliente (M <sub>R</sub> ) =	2625	Psi
Serviciabilidad inicial (PSI <sub>o</sub> ) =	4.20	
Serviciabilidad final (PSI <sub>f</sub> ) =	2.50	
Perdida serviciabilidad (ΔPSI) =	1.70	

**B. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

	Carpeta Asfáltica	Base	Sub-base	Mejoramiento
	1	2	3	4
<b>Módulo Elástico (Psi)</b>	379975	27500	15000	12750
<b>Coef. estructural de capa (a)</b>	0.410	0.133	0.108	0.071
<b>Factor de Drenaje (m)</b>	1.00	0.80	0.80	0.75

**C. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) AJUSTES.**

	Total	3	2	1
<b>Número Estructural (SN)</b>	6.18	3.61	3.40	2.69
<b>LOG (Ejes)</b>	6.64	6.64	6.64	6.64
<b>Igualdad de Ecuación</b>	6.64	6.64	6.64	6.64

**D. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPAS.**

		SN*	D		
			Real (cm)	Ajust. (cm)	Ajust. (pulg)
<b>Carpeta Asfáltica.</b>	1	1.61	16.66	10.00	3.94
<b>Base Granular.</b>	2	0.84	42.63	20.00	7.87
<b>Sub-base Granular.</b>	3	1.02	34.04	30.00	11.81
<b>Mejoramiento.</b>	4	2.73	128.93	130.00	51.18
	<b>TOTAL</b>	<b>6.20</b>		<b>190.00</b>	<b>74.80</b>

**E. ESTRUCTURA DE DISEÑO.**

	(cm)	
<b>Carpeta Asfáltica.</b>	10	<b>4 Pulgadas.</b>
<b>Base Granular.</b>	20	
<b>Sub-base Granular.</b>	30	
<b>Mejoramiento.</b>	130	

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, MÉTODO AASHTO 1993.****PROYECTO: Avenida Escalón 3.****ABSCISA: 2+000 a 4+000****A. DATOS INICIALES.**

Factor Reducción =	2	Por Geomalla.
Ejes equivalentes 8.2 Ton =	11143038	
Periodo de Diseño =	20	años
Confiabilidad R =	90	%
Desviación Normal ( $Z_r$ ) =	-1.282	
Desviación Estandar ( $S_o$ ) =	0.45	
CBR (diseño) =	1.75	
Módulo Resiliente ( $M_R$ ) =	2625	Psi
Serviciabilidad inicial ( $PSI_o$ ) =	4.20	
Serviciabilidad final ( $PSI_f$ ) =	2.50	
Perdida serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) =	1.70	

**B. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

	Carpeta Asfáltica	Base	Sub-base	Mejoramiento
	1	2	3	4
Módulo Elástico (Psi)	379975	27500	15000	12750
Coef. estructural de capa (a)	0.410	0.133	0.108	0.071
Factor de Drenaje (m)	1.00	0.80	0.80	0.75

**C. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) AJUSTES.**

	Total	3	2	1
Número Estructural (SN)	6.98	4.20	3.96	3.15
LOG (Ejes)	7.05	7.05	7.05	7.05
Igualdad de Ecuación	7.05	7.05	7.05	7.05

**D. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPAS.**

		SN*	D		
			Real (cm)	Ajust. (cm)	Ajust. (pulg)
Carpeta Asfáltica.	1	2.42	19.51	15.00	5.91
Base Granular.	2	0.84	36.73	20.00	7.87
Sub-base Granular.	3	1.02	27.66	30.00	11.81
Mejoramiento.	4	2.73	128.59	130.00	51.18
	TOTAL	7.01		195.00	76.77

**E. ESTRUCTURA DE DISEÑO.**

	(cm)	
Carpeta Asfáltica.	15	6 Pulgadas.
Base Granular.	20	
Sub-base Granular.	30	
Mejoramiento.	130	



### 5.8.3 PAVIMENTO RÍGIDO.

El pavimento Rígido, es una estructura vial que está compuesta por una sub-base de material granular y por una capa de rodadura de concreto hidráulico, que es material que le da una gran resistencia frente a las cargas de flexión.

Su diseño es considerado el realizarlo, cuando la vía está afectada por cargas vehiculares extremadamente altas, ya que es muy resistente.

Este pavimento además de estar afectado por la compresión y flexión, también lo afecta la contracción y expansión que presenta gracias a los cambios climáticos y los cambios de temperatura.

Para que su diseño sea confiable se debe considerar en el diseño la resistencia del hormigón que se va a colocar, el modulo de reacción (k) de la sub-rasante y la carga vehicular a la que está expuesto el pavimento.

#### 5.8.3.1 Parámetros que intervienen en el diseño de pavimento rígido.

##### **Perdida de Soporte (LS).**

Esta es una variable exclusiva del diseño de pavimento rígido, la misma que reducirá el valor del Coeficiente de Reacción de la Sub rasante (K).

Ya que la perdida de soporte se considera por que en la vida util de servicio, el pavimento rígido va a estar expuesto a flujos de agua ocasionados por el clima principalmente, los cuales ingresan en la estructura interna del pavimento por medio de sus juntas, este proceso ocasionará la perdida de material particulado fino de la capa de Sub-base, lo cual ocasionará erosión de esta capa.

La perdida de soporte de la sub-base se la evalúa asignándole un valor numérico que representa este fenómeno, el cual es asignado indistintamente si el fenómeno se presenta por



movimiento verticales diferenciales del suelo o por erosión de la Sub-base , el mismo que se lo ha denominado Factor de Pérdida de Soporte (LS).

En la tabla expuesta a continuación, se presentan valores de Pérdida de Soporte (LS) que el método propone, basados en el tipo de material del cual se compone la Sub-base.

**Cuadro 5.18. Valores del Factor LS.**

Tipo de Material de la Base.	Pérdida de Soporte (LS)
Base granular tratada con cemento $E = 6,9 \text{ a } 13,8 \text{ GPa } (1*10^6 \text{ a } 2*10^6 \text{ psi})$	0.0 – 1.0
Mezclas de agregados con cemento $E = 2,4 \text{ a } 6,9 \text{ GPa } (3,5*10^5 \text{ a } 1,10^6 \text{ psi})$	0.0 – 1.0
Base tratada con asfalto $E = 2,4 \text{ a } 6,9 \text{ GPa } (3,5*10^5 \text{ a } 1*10^6 \text{ psi})$	0.0 – 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas $E = 276 \text{ a } 2070 \text{ MPa } (4*10^4 \text{ a } 3*10^5 \text{ psi})$	0.0 – 1.0
Estabilizado con cal $E = 138 \text{ a } 483 \text{ MPa } (2*10^4 \text{ a } 7*10^4 \text{ psi})$	1.0 – 3.0
Base granular no tratada $E = 103 \text{ – } 310 \text{ MPa } (1,5*10^4 \text{ a } 4,5*10^4 \text{ psi})$	1.0 – 3.0
Materiales naturales de Sub-rasante $E = 21 \text{ a } 276 \text{ MPa } (3*10^3 \text{ a } 4*10^4 \text{ psi})$	2.0 – 3.0

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Ya que en el proyecto en cuestión, se tiene una Base Granular no tratada con un Módulo de Elasticidad de 15000 Psi el cual está en el límite inferior del rango a considerar, el cual es de 1.0 a 3.0, se toma en cuenta el valor de Pérdida de Soporte **LS = 1.0**.



### Factor de Drenaje (Cd).

Al igual que en los pavimentos flexibles en el pavimento rígido se debe considerar estimar el factor de drenaje de la vía; ya que este es un parámetro altamente representativo en la vida útil de una vía.

El coeficiente de drenaje depende principalmente de la Capacidad de drenaje, el cual es determinado por el tiempo en que el agua tarda en ser evacuada y por el Porcentaje de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, a lo largo del año.

A continuación, se presenta los tiempos de drenaje recomendados por la AASHTO, basados en el tiempo que tarda el agua en ser evacuada.

**Cuadro 5.19. Capacidad de Drenaje.**

Calidad del Drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	No drena

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

En cuanto a la calidad de drenaje, para el proyecto se considera un drenaje de carácter Bueno para la Losa de Hormigón, asumiendo que el agua drena en un máximo de 1 día.

Para establecer, los Coeficientes de drenaje que intervendrán en el diseño, nos basamos en la capacidad de drenaje que se estableció en el cuadro anterior y en el tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.

Para pavimentos rígidos los valores de factor de drenaje son los siguientes:

**Cuadro 5.20. Coeficientes de Drenaje para pavimentos rígidos (Cd).**

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1%	1% al 5%	5% al 25%	Más del 25%
<b>Excelente</b>	1,25 – 1,20	1,20 – 1,15	1,15 – 1,10	1,10
<b>Bueno</b>	1,20 – 1,15	1,15 – 1,10	1,10 – 1,00	1,00
<b>Regular</b>	1,15 – 1,10	1,10 – 1,00	1,00 – 0,90	0,90
<b>Malo</b>	1,10 – 1,00	1,00 – 0,90	0,90 – 0,80	0,80
<b>Muy malo</b>	1,00 – 0,90	0,90 – 0,80	0,80 – 0,70	0,70

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Para el proyecto, se ha considerado un valor de Factor de Drenaje de  $C_d = 1.00$ ; ya que se ha considerado para la losa de hormigón un drenaje de carácter “Bueno”.

### **Módulo de Reacción de la Sub-rasante (k).**

El Módulo de Reacción de la Sub-rasante o también llamado Coeficiente de Balasto es un parámetro que mide la presión necesaria para producir una deformación dada. Donde el Módulo de Reacción de la Sub-rasante es el cociente de presión aplicada y deflexión del plato de ensayo.

Al no tener a disposición este valor directamente del laboratorio, el método facilita un ábaco, en donde se puede determinar este factor correlacionando las siguientes variables:

Módulo Resiliente de la Sub-rasante.

Módulo Elástico de la Sub-base.

Y asumiendo un espesor infinito de la Sub-rasante, lo cual quiere decir que existirá una capa rígida a una altura no menor a tres metros.

A continuación, se presenta el ábaco con el cuál ingresando los parámetros descritos, establecemos el valor de Módulo de Reacción de la Sub-rasante ( $k$ ), por efecto combinado de la Sub-base y la Sub-rasante.

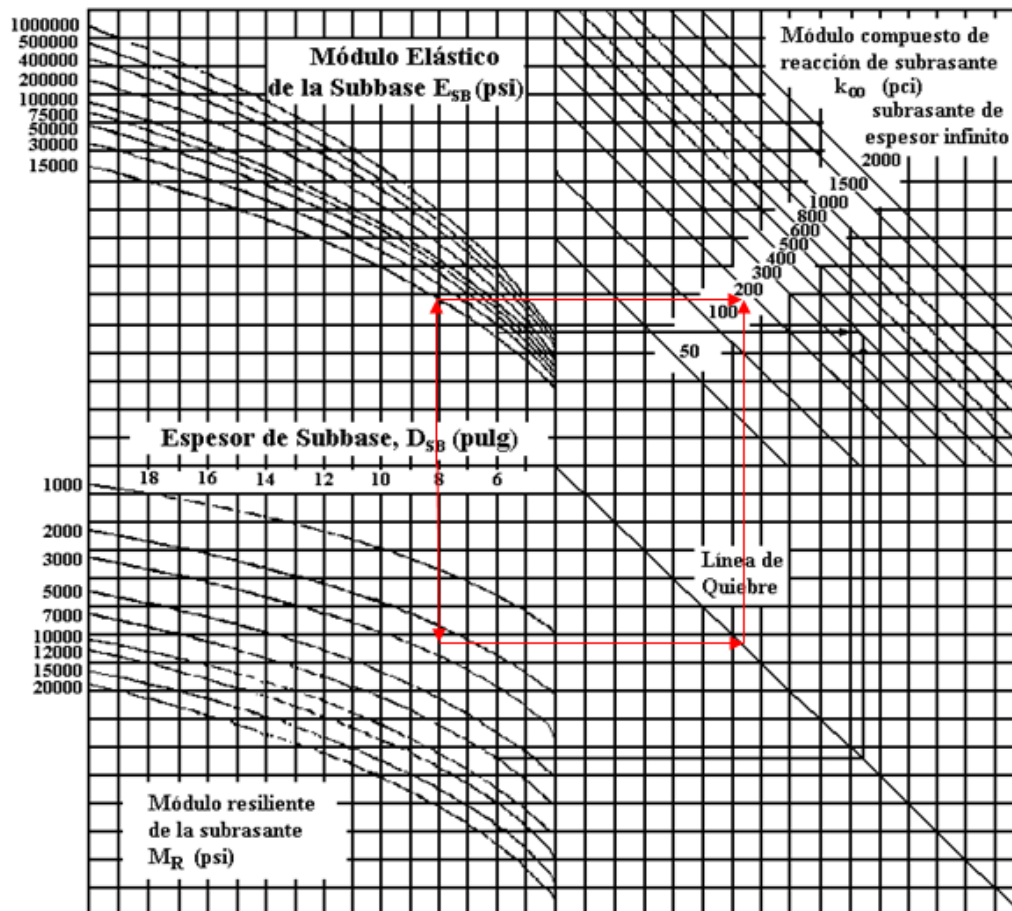
En el proyecto que se desarrolla, se tiene los siguientes datos para ingresar al ábaco:

Módulo Resiliente de la Sub-rasante  $M_R = 2625$  Psi.

Módulo Elástico de la Sub-base  $E = 15000$  Psi.

Espesor de Sub-base ( $D_{SB}$ ) = 20 cm (8 pulg.).

**Gráfico 5.5. Ábaco para obtener el Módulo de reacción compuesto por efecto combinado de Sub-rasante y Sub-base (para espesor infinito de bajo la Sub-rasante).**



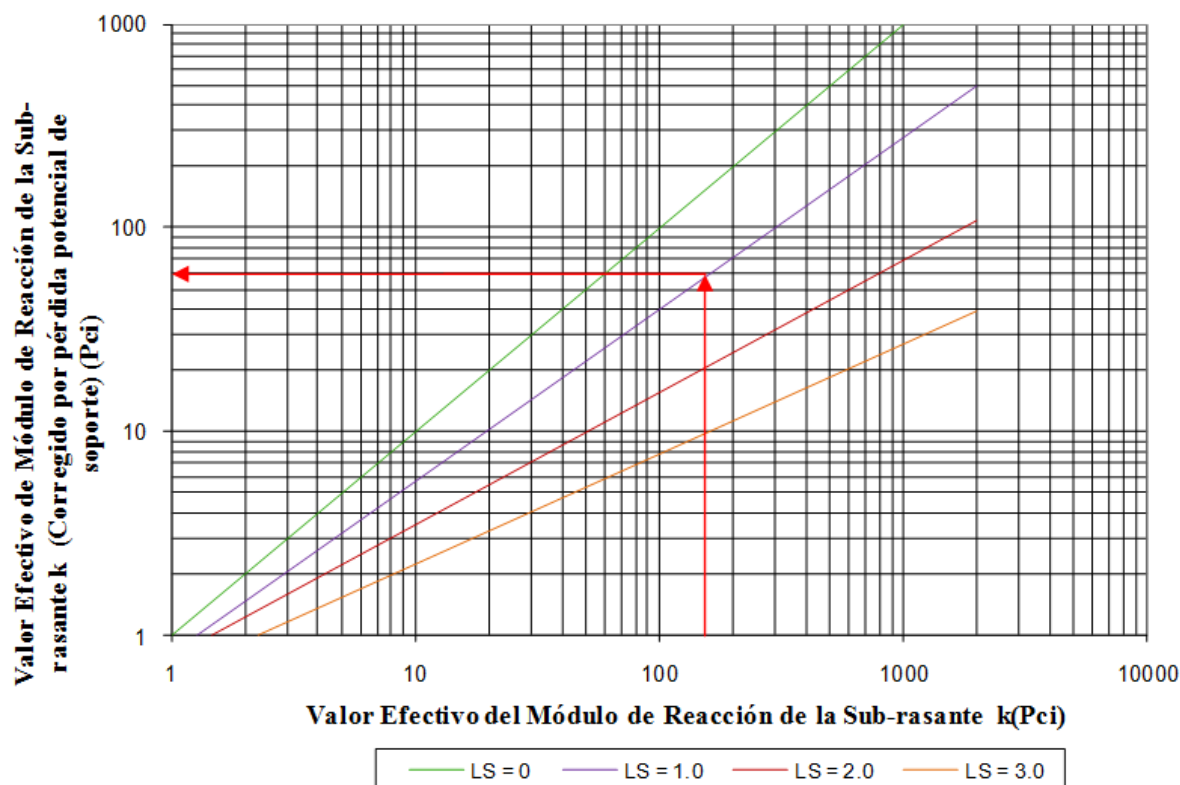
Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Con los parámetros ingresados en el ábaco, se obtiene un valor de Módulo de Reacción de la Sub-rasante **k = 150 Pci**.

Al valor de  $k = 150$  Pci, se lo debe corregir con el factor de Pérdida de Soporte de la Sub-base, mediante el Gráfico 5.6.

Se ingresa con el valor del Módulo de Reacción de la Sub-rasante ( $k$ ) en el eje de las abscisas y subimos por el gráfico hasta encontrarnos con la línea que representa la Pérdida de Soporte (LS), la cual en nuestro caso es  $LS = 1.0$ ; de este punto partimos al eje de las ordenadas en donde da el valor del Módulo de Reacción de la Sub-rasante corregido  **$k_{CORREGIDO} = 60$  Pci**; valor con el que se diseña los espesores de capas del Pavimento Rígido.

**Gráfico 5.6. Ábaco para corregir el módulo de reacción de la Sub-rasante por pérdida de soporte de la sub-base.**



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.





### **Coefficiente de Transferencia de Cargas (J).**

El Coeficiente de Transferencia de Cargas es un parámetro que interviene exclusivamente en el diseño de Pavimentos Rígidos, se lo ha considerado para que mediante un valor numérico establecer la capacidad de la estructura de trasferir cargas entre sus paneles a través de sus juntas y fisuras.

En el Cuadro 5.21 se presentan valores de Coeficientes de Transferencia de Cargas (J), en función de diferentes condiciones de Pavimento.

En el presente proyecto, se considera, que es un hormigón simple, con juntas, vinculado a la calzada y con mecanismos de transferencia adecuados para el propósito.

Para las características descritas en el párrafo anterior, el método sugiere valores de Coeficiente de Transferencia de Cargas (J) entre 2.5 y 3.1; para el caso se ha considerado un valor de **J = 3.1**, puesto que con este valor se considera el reforzamiento de los paneles del pavimento.

**Cuadro 5.21. Coeficiente de Transferencia de Cargas.**

<b>Banquina</b>	<b>Concreto Asfáltico</b>		<b>Hormigón vinculado a calzada</b>	
<b>Mecanismos de transferencia de cargas</b>	Si	No	Si	No
<b>Tipo de pavimento</b>				
<b>Hormigón simple o armado con juntas</b>	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2
<b>Hormigón armado continuo</b>	2.9 – 3.2	-----	2.3 – 2.9	-----

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.



### Características del Hormigón a utilizar en el Diseño.

#### Módulo de Elasticidad del Hormigón ( $E_c$ ).

Como es ampliamente conocido el Módulo de Elasticidad del Hormigón es un parámetro que representa la relación entre la tensión y la deformación del hormigón, en laboratorio a este parámetro se lo determina por medio del procedimiento facilitado por la Norma ASTM C469.

En el caso del presente proyecto, al no tener datos obtenidos en laboratorio de este factor, se ha considerado determinarlo a través de otras características conocidas del Hormigón, como es su Resistencia a la Compresión ( $f'_c$ ).

A continuación se presentan formulas, con las cuales se puede determinar el Módulo de Elasticidad del Hormigón mediante el valor conocido de su Resistencia a la Compresión.

**Cuadro 5.22. Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ).**

Tipo de agregado y origen.	Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )
Grueso-Ígneo.	$17500 * \sqrt{f'_c}$
Grueso-Metamórfico.	$15000 * \sqrt{f'_c}$
Grueso-Sedimentario.	$11500 * \sqrt{f'_c}$
Sin Información.	$12500 * \sqrt{f'_c}$

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

De la anteriormente mencionada formulación, para el proyecto se ha tomado en cuenta la siguiente:

$$E_c = 12500 * \sqrt{f'_c}$$



Ya que por consideraciones de los materiales conocidos en el Ecuador, esta expresión es la que más se ajusta para un análisis acertado.

Por consiguiente tenemos que:

$$E_c = 233\,853.59 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 3\,326\,099.56 \text{ Psi}$$

### **Resistencia Media a la Flexotracción del Hormigón ( $S'_c$ ).**

También llamado Módulo de Ruptura del Hormigón, este parámetro se lo determina en laboratorio, por medio de la Norma ASTM C78 en vigas de hormigón normadas, el procedimiento de la norma básicamente aplica cargas en los tercios de la longitud de la viga, hasta cuando esta falla.

Para determinar este valor, también se puede aplicar una fórmula con la cual se puede determinar la Resistencia Media a la Flexotracción ( $S'_c$ ) en función de la Resistencia a la Compresión ( $f'_c$ ). La ecuación es la siguiente:

$$S'_c = 2.3 * (f'_c)^{2/3}$$

En esta fórmula el valor de la Resistencia a la compresión del hormigón ( $f'_c$ ) se la debe ingresar en Psi y por consiguiente el valor de la Resistencia Media a la Flexocompresión también tendremos en Psi.

Aplicando la ecuación obtenemos:

$$S'_c = 670.55 \text{ Psi.}$$



El método AASHTO, facilita una tabla en donde se puede observar valores de Resistencia Media a la Flexo-tracción ( $S'c$ ) en concordancia con el tipo de pavimento que se tiene.

**Cuadro 5.23. Resistencia Media a la Flexo-tracción.**

Tipo de Pavimento.	Resistencia Media a la Flexo-tracción ( $S'c$ ).	
	Kg/cm <sup>2</sup>	Psi
Autopistas.	48.0	682.70
Carreteras.	48.0	682.70
Zonas Industriales.	45.0	640.1
Urbanas Principales.	45.0	640.1
Urbanas Secundarias.	42.0	597.4

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Como se puede observar en la tabla anterior, el valor determinado de Resistencia Media a la Flexotracción  $S'c = 670.55$  Psi, es un valor considerablemente idóneo para el tipo de vía que se tiene.

#### **5.8.3.2 Determinación del espesor de losa.**

Para determinar el espesor de losa en el Diseño de Pavimento Rígido se puede proceder de dos maneras.

Se puede determinar por medio de ábacos o por medio de la ecuación de diseño.

La Ecuación de Diseño con la que se puede realizar el diseño, es la siguiente:



$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 7,35 \log(D+1) - 0,06 + \frac{\lg \frac{\Delta PSI}{4,5-1,5}}{1 + \frac{1,625 \cdot 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 PSI_f) * \log \frac{S'_c C_d (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 * J \left( D^{0,75} - \frac{18,42}{\left( \frac{E_c}{K} \right)^{0,25}} \right)}$$

Donde:

D = Espesor de Losa (pulg).

W18 = Tráfico Equivalente.

Z<sub>R</sub> = Desviación Normal para un Nivel de Confiabilidad R.

S<sub>0</sub> = Desviación Estándar.

ΔPSI = Pérdida del Índice de Serviciabilidad.

PSI<sub>f</sub> = Índice de Serviciabilidad Final.

S'<sub>c</sub> = Resistencia Media a la Flexotracción del hormigón (Psi).

C<sub>d</sub> = Coeficiente de Drenaje.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

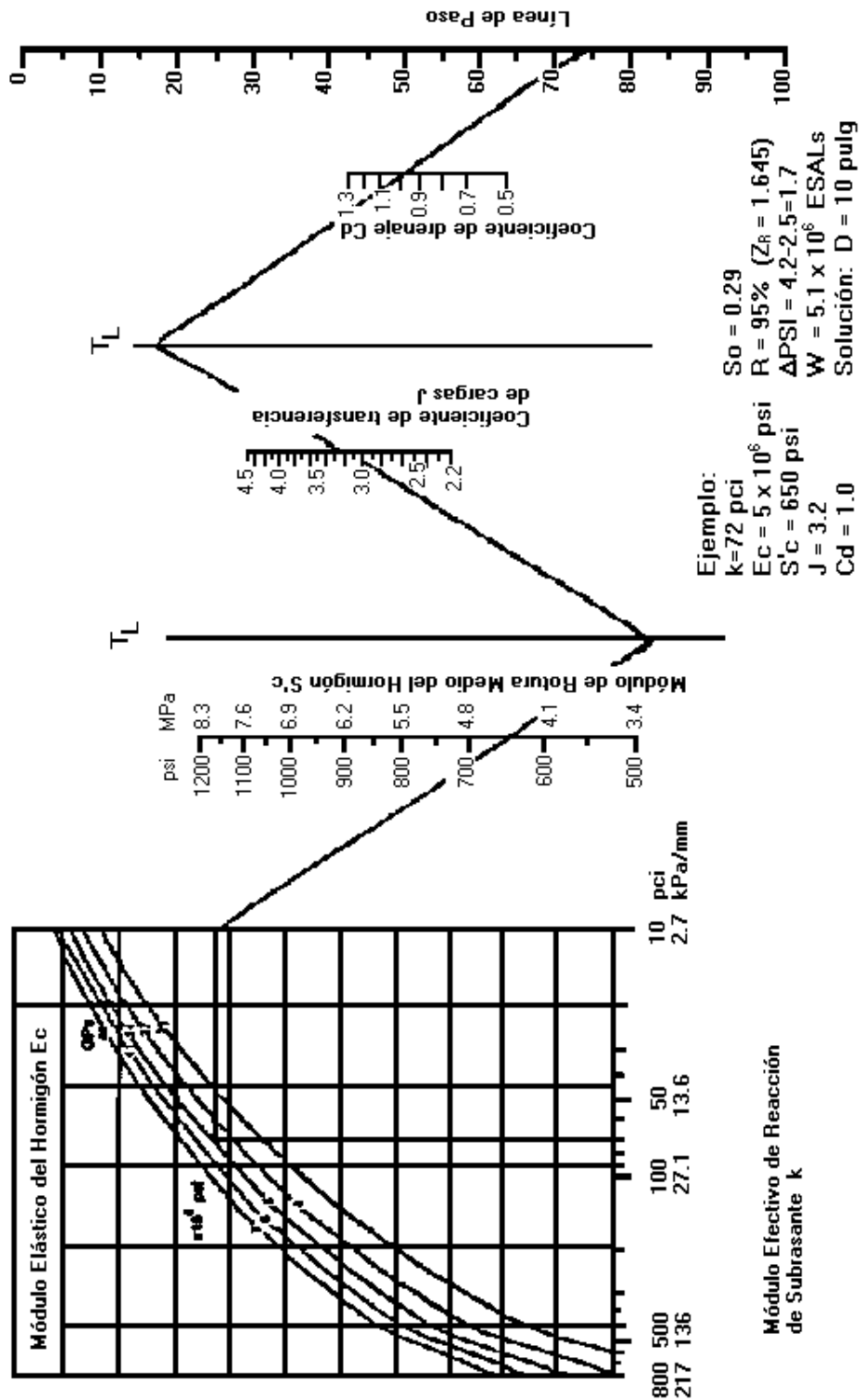
E<sub>c</sub> = Módulo de Elasticidad del Hormigón (Psi).

k = Módulo de reacción de la Sub-rasante (Pci).

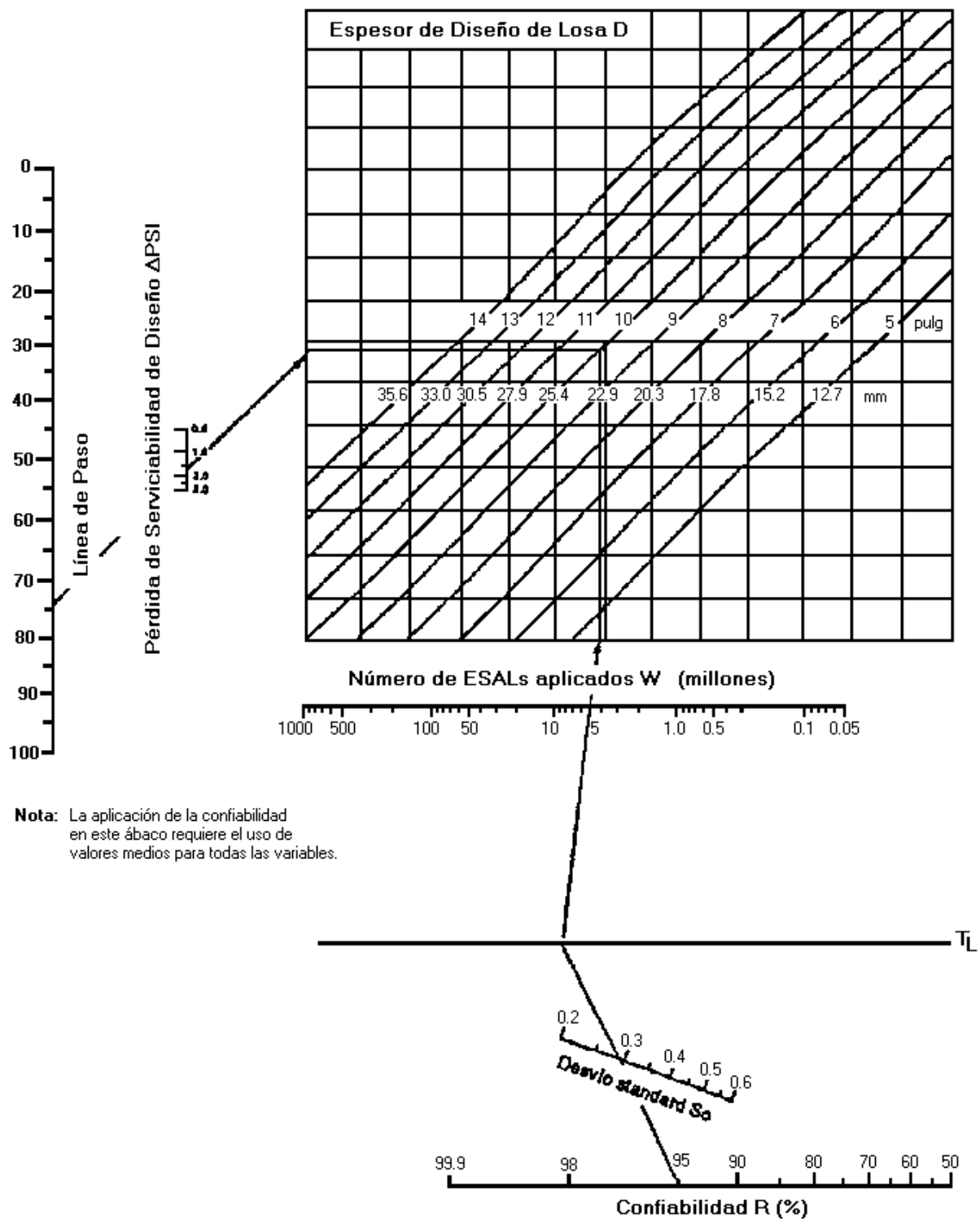
Y si es de preferencia del diseñador realizar el análisis por medio de los ábacos de diseño, los mismos son los siguientes:

Gráfico 5.7. Ábaco de diseño AASHTO para Pavimentos Rígidos.

(PARTE 1).



(PARTE 2).



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.



Para el análisis del presente proyecto para el diseño del pavimento rígido, se ha considerado, utilizar la ecuación de diseño, puesto que para el análisis es mucho más preciso y se pueden realizar correcciones.

La hoja de cálculo preparada para realizar la determinación del espesor de losa del pavimento rígido está compuesta de las siguientes partes:

Tiene como parte inicial la identificación e información del proyecto, donde consta el nombre asignado al proyecto y el abscisado del cual es parte el análisis.

Y la hoja de cálculo en sí, consta de:

A. Ingreso de Datos Iniciales; en donde se incluye información de:

Valor de tráfico equivalente ó ESAL's, Período de Diseño, Nivel de Confiabilidad (R), Desviación Normal ( $Z_r$ ), Desviación Estándar ( $S_o$ ), Coeficiente de Drenaje ( $C_d$ ), Coeficiente de Transmisión de Carga ( $J$ ), Módulo de Reacción de la Sub-rasante ( $k$ ), Serviabilidad Inicial ( $PSI_o$ ), Serviabilidad final ( $PSI_f$ ) y Pérdida de Serviabilidad ( $\Delta PSI$ ).

Además se tiene que ingresar los valores de las características del Hormigón como son: Resistencia a la Compresión ( $f'_c$ ), Resistencia Media a la Flexotracción o Módulo de Ruptura ( $S'_c$ ) y el Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ).

B. En esta parte de la hoja de cálculo se realiza el ajuste y determinación del Espesor de losa; en donde se realiza lo siguiente:

Se determina el Logaritmo de los ejes equivalentes o ESAL's en el casillero **LOG(Ejes)**, para igualar con la segunda parte de la ecuación que está en los casilleros de **Igualdad de Ecuación**; el casillero **Igualdad de Ecuación** varía en cuanto varíe el valor del casillero del **Espesor de Losa (D)**.

Obtendremos el Espesor de Losa de Diseño, cuando el casillero **LOG(Ejes)** y el casillero **Igualdad de Ecuación** sean iguales.





## Diseño de Pavimento Rígido.

El diseño de Pavimento se presenta a continuación:

### DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO, MÉTODO AASHTO 1993.

**PROYECTO:** Avenida Escalón 3.

**ABSCISA:** 0+000 a 4+550

#### A. DATOS INICIALES.

Ejes equivalentes 8.2 Ton =	7472440		
Período de diseño =	20	años	
Resistencia compresión hormigón ( $f'_c$ ) =	350	kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia compresión hormigón ( $f'_c$ ) =	4978	Psi	
Confiabilidad =	90.00	%	
Desviación Normal ( $Z_r$ ) =	-1.282		
Desviación Estandar ( $S_o$ ) =	0.35		
Resistencia media flexotracción ( $S'_c$ ) =	670.55	Psi	→ Módulo de Ruptura.
Coeficiente de Drenaje ( $C_d$ ) =	1.00		
Coef. Transmisión cargas juntas ( $J$ ) =	3.10		
Modulo Elasticidad Concreto ( $E_c$ ) =	3326099.56	Psi	
Módulo reacción sub-rasante ( $k_{CORREGIDO}$ ) =	60.00	Pci	
Serviciabilidad inicial ( $PSI_o$ ) =	4.50		
Serviciabilidad final ( $PSI_f$ ) =	2.50		
Perdida de serviciabilidad ( $PSI$ ) =	2.00		

#### B. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE LOSA (D) AJUSTES.

ESPESOR DE LOSA (D)	pulg.	cm.
	8.10	20.574

LOG (Ejes)	6.87
Igualdad de Ecuación	6.87

#### C. ESTRUCTURA DE DISEÑO.

Losa	21.00	cm
Sub-base	20.00	cm



## DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO, MÉTODO AASHTO 1993.

**PROYECTO:** Avenida Escalón 3.

**ABSCISA:** 0+000 a 4+550

### A. DATOS INICIALES.

Ejes equivalentes 8.2 Ton =	21122097		
Período de diseño =	40	años	
Resistencia compresión hormigón ( $f'c$ ) =	350	kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia compresión hormigón ( $f'c$ ) =	4978	Psi	
Confiabilidad =	90.00	%	
Desviación Normal ( $Z_r$ ) =	-1.282		
Desviación Estandar ( $S_o$ ) =	0.35		
Resistencia media flexotracción ( $S'c$ ) =	670.55	Psi	→ Módulo de Ruptura.
Coeficiente de Drenaje ( $C_d$ ) =	1.00		
Coef. Transmisión cargas juntas ( $J$ ) =	3.10		
Modulo Elasticidad Concreto ( $E_c$ ) =	3326099.56	Psi	
Módulo reacción sub-rasante ( $k_{CORREGIDO}$ ) =	60.00	Pci	
Serviciabilidad inicial ( $PSI_o$ ) =	4.50		
Serviciabilidad final ( $PSI_f$ ) =	2.50		
Perdida de serviciabilidad ( $PSI$ ) =	2.00		

### B. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE LOSA (D) AJUSTES.

ESPESOR DE LOSA (D)	pulg.	cm.
	9.55	24.257

LOG (Ejes)	7.32
Igualdad de Ecuación	7.32

### C. ESTRUCTURA DE DISEÑO.

Losa	25.00	cm
Sub-base	20.00	cm



### 5.8.3.3 Diseño de Juntas.

En el pavimento rígido se hace necesario realizar el diseño de juntas, en este proceso está comprendido, determinar el espaciamiento adecuado entre estas, la forma en que va a transmitir las cargas entre paneles, la forma de construir las juntas y el material con el cual debe sellarse la misma.

#### 5.8.3.3.1 *Tipos de juntas.*

En un pavimento rígido, las juntas cumplen un papel muy importante, ya que permiten que los paneles de hormigón puedan contraerse y expandirse adecuadamente, facilitando que se libere las tensiones de los paneles de concreto.

Existen tres tipos de Juntas, las cuales se las debe explicar:

**Juntas de Contracción.-** como su nombre lo indica, estas son juntas que se las construyen, para salvaguardar al hormigón de las tensiones que producen los movimientos de contracción y expansión que vienen a causas de cambios de temperatura, variación de la humedad y por fricción.

Estas juntas también ejercen un control en fisuras que pueden provocarse por las mismas causas anteriores.

Existen dos variantes de este tipo de juntas, las mismas que son:

- a. Juntas de Contracción Longitudinales.- estas juntas se las realiza cuando se va a construir dos o más carriles al mismo tiempo y divide a los carriles de forma longitudinal.



- b. Juntas de Contracción Transversales.- estas juntas se las realiza para evitar agrietamientos producidos cambios en la humedad y temperatura; además evita que en la fase de fraguado se presenten fisuras por esta causa.

**Juntas de Expansión.-** estas se las construyen para permitir el libre movimiento del pavimento y no dañar estructuras adyacentes a la vía, también son utilizadas en las uniones de dos tramos que tienen diferente dirección.

**Juntas de Construcción.-** estas juntas se las realiza para interrumpir de manera técnica un proceso constructivo. Existen de dos tipos:

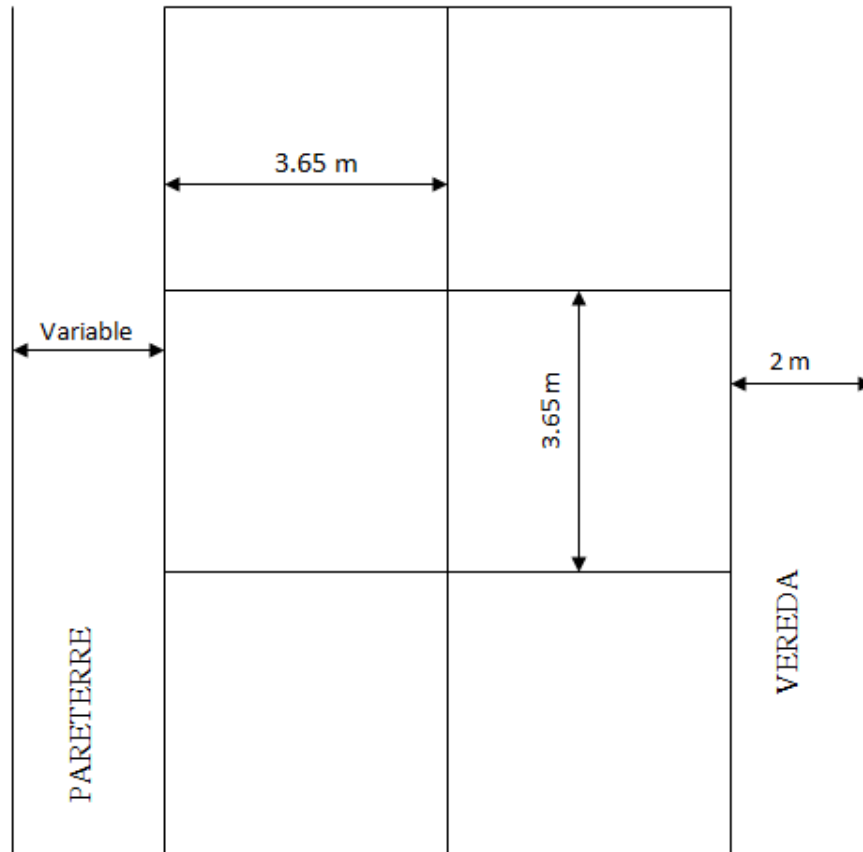
- a. Juntas de Construcción Longitudinales.- estas se las construyen entre dos carriles que van a ser hormigonados en diferentes días.
- b. Junta de Construcción Transversales.- se las construyen en el caso de cambios de pendientes, ingreso a puentes, suspensión del vaciado del hormigón o simplemente al finalizar la jornada laboral.

#### 5.8.3.3.2 *Espaciamiento entre juntas.*

Para el proyecto se ha considerado las Juntas de Contracción, las mismas que se analizarán según las especificaciones dadas por el método AASHTO 1993.

Para el análisis, se ha considerado que la Avenida Escalón 3 tendrá la siguiente consideración geométrica:

**Gráfico 5.8. Representación de espaciamientos entre juntas.**



Fuente: Los Autores.

El método considera que el espaciamiento entre juntas máximo debe ser de 24 veces el espesor de losa, considerando esto para la Avenida Escalón 3 tenemos:

$$\text{Espacio entre juntas máximo} = 24 * D$$

$$D = 0.21\text{m}$$

$$\text{Espacio entre juntas máximo} = 5.04 \text{ m}$$

$$D = 0.25\text{m}$$

$$\text{Espacio entre juntas máximo} = 6.00 \text{ m}$$



Mientras que para Juntas longitudinales el método recomienda que estén sean diseñadas con distancias entre sí de 2.5 a 4.0 metros.

Como se puede observar en el gráfico el espaciamiento máximo entre juntas de la Avenida Escalón 3 es de 3.65 m, tanto para las juntas longitudinales como para las juntas transversales cumplen con lo recomendado.

#### 5.8.3.3.3 *Profundidad inicial de junta.*

En construcción se debe tener en cuenta construir las juntas en el pavimento rígido en un momento adecuado y con una profundidad que asegure que la junta se presentará en el lugar deseado.

El método más utilizado para construir Juntas es por medio de aserrado, pero se puede citar otros procedimientos como la colocación de moldes plásticos o metálicos en el momento de fundición en el lugar que va la junta.

Para que se cumpla la condición que la junta se presente en el lugar indicado se debe considerar una profundidad inicial de junta mínima de:

$$\text{Juntas Longitudinales} = D/3$$

$$\text{Juntas Transversales} = D/4$$

Para la Avenida Escalón 3 se tiene:

$$D = 21.00 \text{ cm}$$

$$\text{Juntas Longitudinales} = 7.00 \text{ cm}$$

$$\text{Juntas Transversales} = 5.50 \text{ cm}$$



$D = 25.00 \text{ cm}$

Juntas Longitudinales = 8.50 cm

Juntas Transversales = 6.50 cm

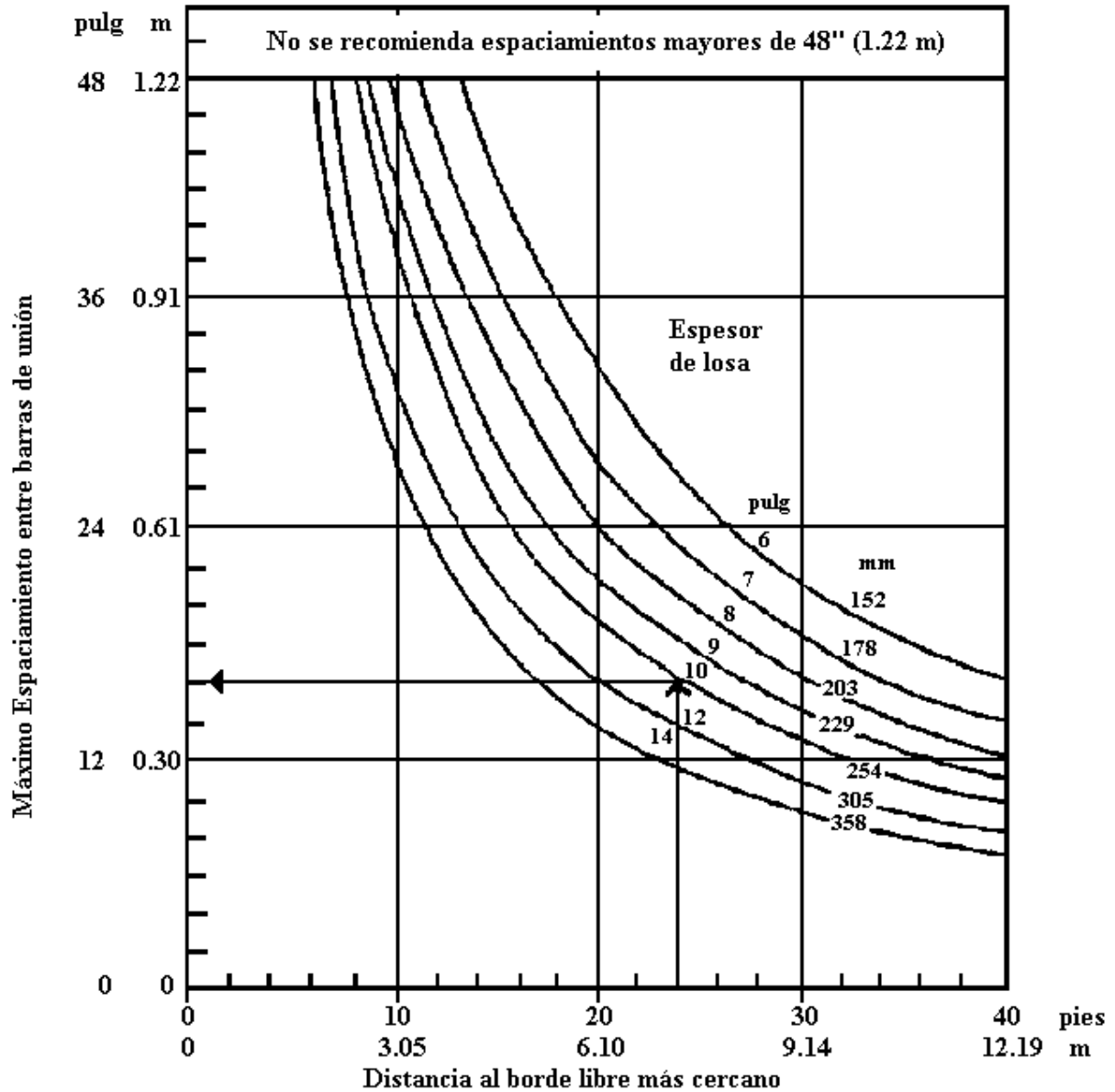
#### 5.8.3.3.4 *Determinación de las barras de unión.*

Las barras de unión deben ir dispuestas en el centro de la losa de hormigón y van colocadas a lo largo de las juntas longitudinales; estas barras ayudan a que no se presenten descensos entre losas, además evita la posible separación entre carriles de circulación.

Para estas barras existe una condicionante la cual dice que no se pueden unir muchos paneles de losas consecutivamente puesto que restringiría el movimiento entre losas; el método recomienda que el ancho máximo de pavimento a unir es de 11.6 m, en donde incluye todo componente que incluya la capa de rodadura (carriles de circulación y si hubiere banquetas interna y externa).

Para determinar el espaciamiento de las barras de unión la AASHTO facilita los siguientes ábacos en donde se considera para barras de unión acero Grado 40, diámetros de barra de 16 mm y 13 mm; y factor de fricción con la Sub-rasante o Sub-base de 1.5.

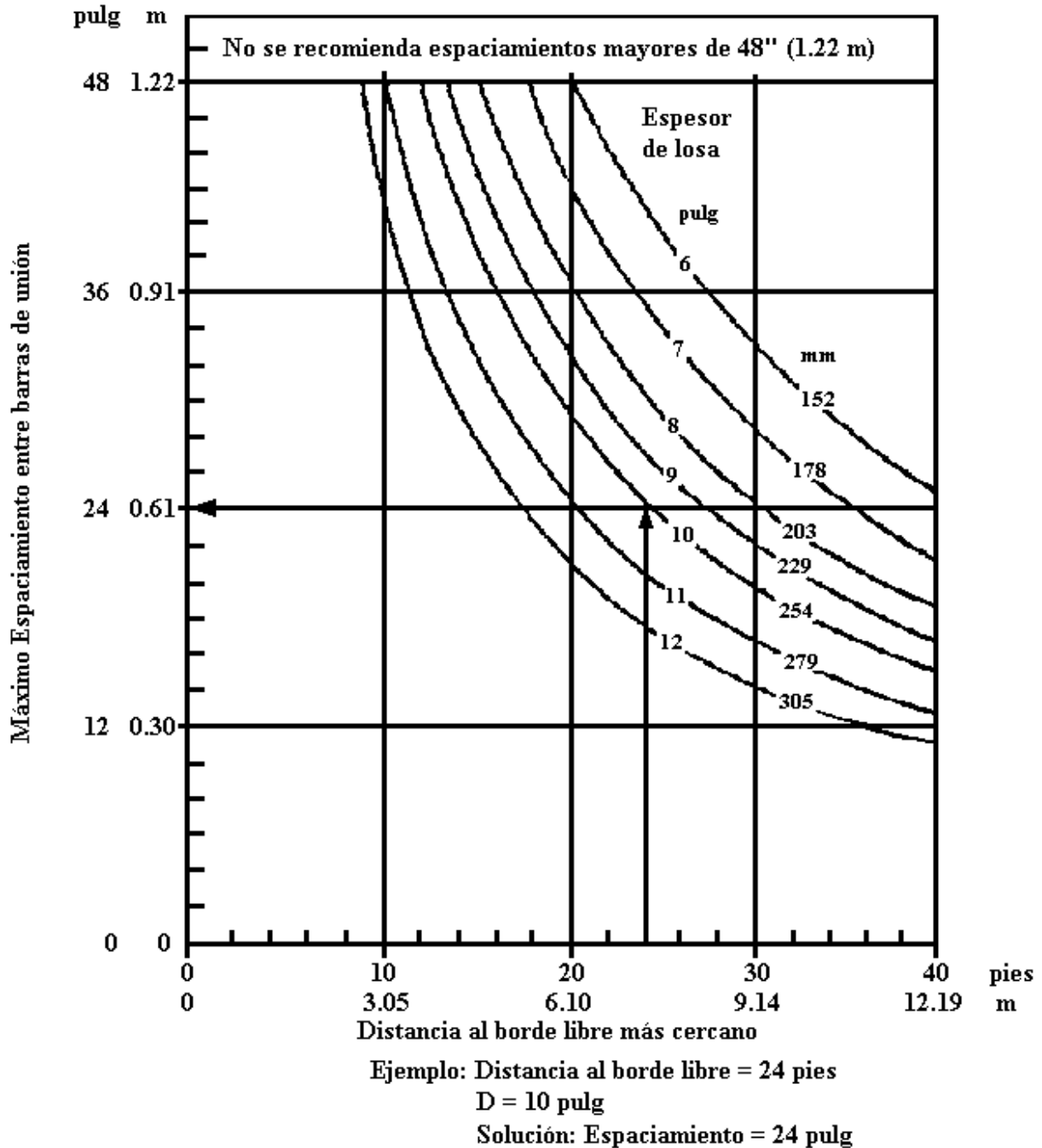
**Gráfico 5.9. Espaciamiento máximo recomendado para Barras de Unión de 13 mm en pavimentos de hormigón simple. Acero Grado 40.**



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.



**Gráfico 5.10. Espaciamiento máximo recomendado para Barras de Unión de 16 mm en pavimentos de hormigón simple. Acero Grado 40.**



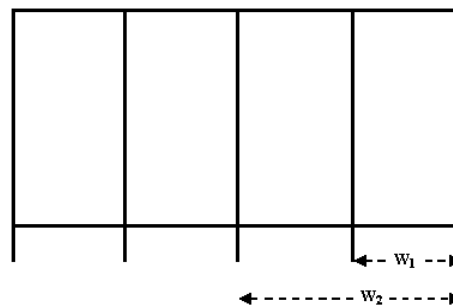
Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.



Pero también existe otro procedimiento para determinar el espaciamiento entre Barras de Unión, la cual es a través de tablas, en donde se considera el Acero Grado 40 y el Acero Grado 60; además del tipo de junta, ya sea en Comba ó a Tope.

El método explica cómo elegir el valor de Distancia al borde libre mediante el siguiente gráfico:

**Gráfico 5.11. Distancia al borde libre.**



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

**Cuadro 5.24. Espaciamiento entre barras, Unidades Inglesas.**

Tamaño de barra		No. 4									
Acero		Grado 40					Grado 60				
Distancia al Borde libre (pies)		10	12	16	22	24	10	12	16	22	24
D (pulg).	Tipo de junta										
9	Comba	37	31	23	17	16	56	74	35	25	23
	Tope	26	22	16	12	11	40	34	25	18	16
10	Comba	34	28	22	16	14	51	42	32	23	20
	Tope	24	20	16	11	10	36	30	23	16	14
11	Comba	31	25	20	15	13	47	38	29	21	19
	Tope	22	18	14	11	9	34	27	21	15	14
12	Comba	28	23	18	13	12	42	35	27	19	18
	Tope	20	16	13	9	9	30	25	19	14	13

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.



**Cuadro 5.25. Espaciamiento entre barras, Unidades Inglesas.**

Tamaño de barra		No. 5									
Acero		Grado 40					Grado 60				
Distancia al Borde libre (pies)		10	12	16	22	24	10	12	16	22	24
D (pulg).	Tipo de junta										
9	Comba Tope	59	49	36	26	24	88	73	55	40	36
		42	35	26	19	17	63	52	39	29	26
10	Comba Tope	53	44	33	24	22	79	66	49	36	32
		38	31	24	17	16	56	47	35	26	23
11	Comba Tope	48	40	30	22	20	72	60	44	32	30
		34	29	21	16	14	51	43	31	23	21
12	Comba Tope	44	36	28	20	18	66	55	41	30	28
		31	26	20	14	13	47	39	29	21	20

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

**Cuadro 5.26. Espaciamiento entre barras, Unidades Metricas.**

Tamaño de barra		Ø 12,7 mm									
Acero		Grado 40					Grado 60				
Distancia al Borde libre (m)		3,05	3,65	4,88	6,71	7,32	3,05	3,65	4,88	6,71	7,32
D (mm)	Tipo de junta										
229	Comba Tope	0,94	0,79	0,58	0,43	0,41	1,42	1,88	0,89	0,64	0,58
		0,66	0,56	0,41	0,30	0,28	1,02	0,86	0,64	0,46	0,41
254	Comba Tope	0,86	0,71	0,56	0,41	0,36	1,30	1,07	0,81	0,58	0,51
		0,61	0,51	0,41	0,28	0,25	0,91	0,76	0,58	0,41	0,36
279	Comba Tope	0,79	0,64	0,51	0,38	0,33	1,19	0,97	0,74	0,53	0,48
		0,56	0,46	0,36	0,28	0,23	0,86	0,69	0,53	0,38	0,36
305	Comba Tope	0,71	0,58	0,46	0,33	0,30	1,07	0,89	0,69	0,48	0,46
		0,51	0,41	0,33	0,23	0,23	0,76	0,64	0,48	0,36	0,33

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

**Cuadro 5.27. Espaciamiento entre barras, Unidades Métricas.**

Tamaño de barra		Ø 15,9 mm									
Acero		Grado 40					Grado 60				
Distancia al Borde libre (m)		3,05	3,65	4,88	6,71	7,32	3,05	3,65	4,88	6,71	7,32
D (mm)	Tipo de junta										
229	Comba Tope	1,50	1,24	0,91	0,66	0,61	2,24	1,85	1,40	1,02	0,91
		1,07	0,89	0,66	0,48	0,43	1,60	1,32	0,99	0,74	0,66
254	Comba Tope	1,35	1,12	0,84	0,61	0,56	2,01	1,68	1,24	0,91	0,81
		0,97	0,79	0,61	0,43	0,41	1,42	1,19	0,89	0,66	0,58
279	Comba Tope	1,22	1,02	0,76	0,56	0,51	1,83	1,52	1,12	0,81	0,76
		0,86	0,74	0,53	0,41	0,36	1,30	1,09	0,79	0,58	0,53
305	Comba Tope	1,12	0,91	0,71	0,51	0,46	1,68	1,40	1,04	0,76	0,71
		0,79	0,66	0,51	0,36	0,33	1,19	0,99	0,74	0,53	0,51

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

En el presente proyecto al tener una distancia al borde libre de 3.65 metros y considerando un diámetro de barra de 15.9 mm con Acero Grado 60, nos arroja una Distancia entre Barras de Unión de:

**Cuadro 5.28. Distancia entre barras de unión estimadas para la Avenida Escalón 3.**

Espesor de Losa D (m).	Distancia entre Barras de Unión (m).
0.21	1.32
0.25	1.19

Fuente: Los Autores.

Las distancias entre barras de unión descritas anteriormente, fueron obtenidas de los cuadros facilitados por el método; pero para un mejor manejo en construcción de las barras de unión se ha considerado que las distancias entre barras de unión sean las siguientes:

**Cuadro 5.29. Distancia entre barras de unión Avenida Escalón 3 Construcción.**

Espesor de Losa D (m).	Distancia entre Barras de Unión (m).
0.21	1.20
0.25	1.10

Fuente: Los Autores.

#### 5.8.3.3.5 *Determinación de las barras pasadoras.*

Las barras pasadoras deben ir dispuestas en el centro de la losa de hormigón y colocadas a lo largo de las juntas transversales, el objetivo de colocar las barras pasadoras es ayudar al pavimento a transmitir las cargas eficientemente y esto se logra cuando la losa no cargada tiene una deflexión similar al de la losa cargada.

Para cumplir este propósito el Método AASHTO recomienda colocar Barras Pasadoras con las siguientes dimensiones:

Diámetro de Barras =  $D/8$

Longitud = 45 cm (8 pulg).

Espaciamiento = 30 cm (12 pulg).

**Cuadro 5.30. Distancia entre barras de unión Avenida Escalón 3 Construcción.**

Variables	D (cm)	
	21	25
Diámetro de Barras (mm)	27.00	32.00
Longitud (cm)	45.00	45.00
Espaciamiento (cm)	30.00	30.00

Fuente: Los Autores.

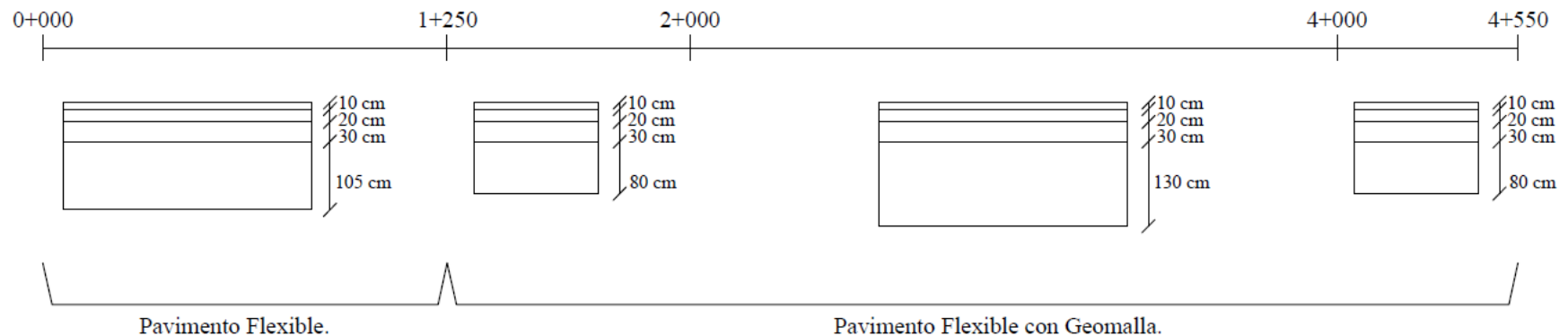


## 5.8.4 SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA.

### 5.8.4.1 Sección Transversal Típica Avenida Escalón 3, Alternativa 1.

Alternativa 1: Pavimento Flexible de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+250 y Pavimento Flexible con Geomalla de la abscisa 1+250 hasta la abscisa 4+550.

**Grafico 5.12. Sección Transversal Típica Alternativa 1.**



Fuente: Los Autores.

De la Abscisa 0+000 a 1+250, tiene un diseño de Pavimento Flexible con Periodo de Diseño de 10 años.

De la Abscisa 1+250 a 4+550, tiene un diseño de Pavimento Flexible con Geomalla y con un Periodo de Diseño de 10 años.

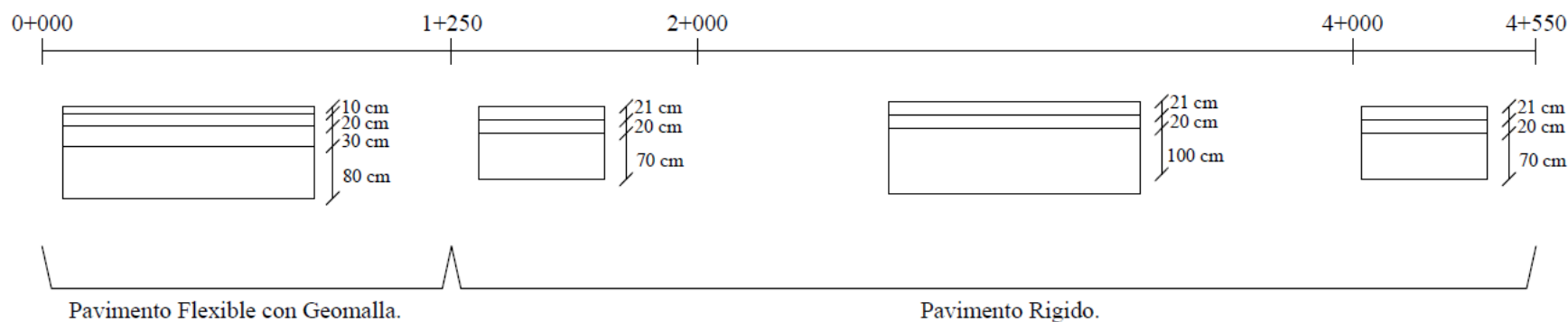
Cabe mencionar que, para que la Geomalla trabaje correctamente esta debe colocarse entre dos capas de material granular.



#### 5.8.4.2 Sección Transversal Típica Avenida Escalón 3, Alternativa 2.

Alternativa 2: Pavimento Flexible con Geomalla de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+250 y Pavimento Rígido de la abscisa 1+250 hasta la abscisa 4+550.

**Grafico 5.13. Sección Transversal Típica Alternativa 2.**



Fuente: Los Autores.

De la Abscisa 0+000 a 1+250, tiene un diseño de Pavimento Flexible con Geomalla y con un Periodo de Diseño de 10 años.

De la Abscisa 1+250 a 4+550, tiene un diseño de Pavimento Rígido con un Periodo de Diseño de 40 años.

NOTA: Para el final de la vida útil del Pavimento Flexible se ha considerado un recapeo de 5 cm de espesor, el mismo que fue determinado extendiendo el Periodo de Diseño a 20 años; lo cual extiende a su vez la vida útil del pavimento del Proyecto.



## 5.9 RECOMENDACIONES.

- Como se puede observar en las diferentes determinaciones y análisis realizados en el capítulo de Diseño de Pavimentos se puede recomendar lo siguiente:
- Al tener suelo de sub-rasante de bajos indicadores de resistencia, se hizo necesario considerar en el cálculo y en la estructura vial la implementación de una capa de mejoramiento.
- Se recomienda que en la vía se implemente que, de la abscisa 0+000 a 1+250 se considere el diseño de pavimento flexible y de la abscisa 1+250 a 4+550 se implemente el diseño de pavimento flexible con geomalla; o como segunda alternativa que desde la abscisa 0+000 a 1+250 se implemente el diseño de pavimento flexible con geomalla y de la abscisa 1+250 a 4+550 se considere el diseño de pavimento rígido.
- Se recomienda que se tome en mayor consideración la segunda alternativa ya que en esta desde la abscisa 1+250 a 4+550 se tiene el parque industrial y el pavimento rígido tendrá un mejor comportamiento a las solicitudes que se presentarán.





## **CAPITULO 6.**

### **6. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.**

#### **6.1 GENERALIDADES.**

El estudio hidrológico e hidráulico para el emplazamiento de obras hidrotécnicas es básico y muy importante ya que de ello depende su seguridad y economía. Para la construcción del proyecto se va a utilizar la hidrología superficial que tiene que ver con las aguas de precipitación y corriente, y mediante cálculos hidrológicos se diseñaran obras de drenaje que permitirán recolectar, conducir y evacuar estas aguas para buen funcionamiento del proyecto y evitar su destrucción. Estas obras permiten una circulación segura de los vehículos, en caso de no haberlas o la deficiencia de estas representara a futuro costos muy elevados de mantenimiento y reconstrucción de la vía.

#### **6.2 OBJETIVO.**

- El alcance en el estudio hidrológico e hidráulico del proyecto va enfocado al correcto diseño de alcantarillas, sumideros, pozos y cunetas, tomando en cuenta aspectos para el correcto control de las aguas lluvias del sector, con esto prologar la vida útil de la vía, para cumplir con este objetivo es importante fijar procedimientos y metodologías para que la vía se mantenga en buen estado y también para cuidar la economía del estado.

#### **6.3 INFORMACIÓN UTILIZADA.**

La información utilizada para el buen funcionamiento de las obras hidráulicas del proyecto, se utilizan cartas topográficas emitidas por el Instituto Geográfico Militar (IGM), datos hidrometeorológicos del Instituto Nacional de Meteorología y Hidrología (INAMHI) específicamente la Estación Izobamba, información recolectada en el levantamiento



topográfico del proyecto de la vía ya que la mayor parte del tramo esta ya definida y se necesita ubicación exacta de alcantarillas, pozos y sumideros con esta información y los apuntes de las materias relacionadas con dichos temas impartidos en la universidad, se procede al diseño de dichas obras.

La Carta Topográfica que indica la ubicación exacta de dicho proyecto corresponde a Amaguaña, esta está a una escala 1:25000; muestra a detalle: curvas de nivel, carreteras y calles aledañas a nuestro proyecto, casas, fabricas, puentes, zanjas entre otras, que son las que intervienen directamente para un correcto desarrollo del proyecto.

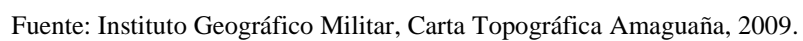
El proyecto se ubicada en el cantón Quito provincia de Pichincha, la estación meteorológica utilizada en el estudio es Izobamba cuyas características son las siguientes:

**Cuadro 6.1. Características estación meteorológica Izobamba.**

Nombre	Coordenadas	Altura (m)
Estación Izobamba	Lat.: 00°21'45" S	3058
	Long.: 78°33'11" S	

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

La carta topográfica se indica a continuación:





## 6.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO.

### 6.4.1 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO.

Existen varios métodos para el cálculo de caudales y su empleo estar sujeto a la información hidrológica disponible que cada uno de ellos requiere a la importancia del elemento que se diseña, o a la del camino que se trata.

Los factores que inciden en la determinación del caudal son: la topografía del terreno y forma de quebradas existentes; se debe tomar en cuenta que en el proyecto existe un sector con áreas de vía totalmente consolidadas en las cuales solo se va a realizar lo que es alcantarillado pluvial, diseño de cunetas, sumideros y alcantarillas de ser necesario, puesto que la red de alcantarillado ya existe; en otras áreas de vía donde no hay consolidado nada ahí se tiene que diseñar un sistema pluvial, diseño de cunetas, sumideros y alcantarillas de ser necesario.

El método que emplearemos para el caso es el Método Racional, este método puede ser empleado en cálculo de caudales para áreas de drenaje pequeñas, utilizado en terrenos cuya superficie sea hasta 160 Has., cuando se trata de terrenos montañosos y hasta 500 Has., cuando se trata de terrenos planos; este método también es el más utilizado para drenaje urbano.

Con el Método Racional se procede a la determinación del caudal de diseño, esta ecuación de caudal está en función de: coeficiente de escurrimiento según el tipo de suelo, intensidad de precipitación y el área a drenar.

La ecuación es la siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{0.36}$$

Fuente: EPMAPS, Normas de Diseño, 2000



Donde:

$Q$  = Caudal en lts/seg.

$C$  = Coeficiente de Escurrimiento

$I$  = Intensidad máxima de lluvia (en mm/h) que cae en el tiempo de concentración.

$A$  = Área contribuyente en  $m^2$ .

#### 6.4.2 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.

Es un factor que depende del tipo de suelo existente (tierra, carpeta vegetal, asfalto, hormigón, entre otros). Para la determinación del coeficiente se utilizan valores de la siguiente tabla:

**Cuadro 6.2. Coeficientes de Escurrimiento para diferentes superficies recomendadas en drenaje vial.**

Tipo de Superficie	Coeficiente de Escurrimiento (C)
Pavimentos de hormigón y Asfálticos	0,70 - 0,95
Pavimentos adoquinados	0,60 - 0,70
Pavimentos de Macadam	0,30 - 0,60
Superficie de grava	0,15 - 0,30
Zonas arboladas y bosques	0,10 - 0,20
Zonas de vegetacion densas	
• Terrenos granulares	0,05 - 0,35
• Terrenos arcillosos	0,15 - 0,56
Zonas de vegetacion media	
• Terrenos granulares	0,10 - 0,50
• Terrenos arcillosos	0,30 - 0,75
Tierra sin vegetacion	0,20 - 0,80
Zonas cultivables	0,20 - 0,40

Fuente: Apuntes de los autores de la asignatura de Drenaje Vial (UPS).

**Cuadro 6.3. Calculo de Coeficiente de Escorrimento en función de una constante (k).**

Relieve del terreno	40 muy accidentado pendientes >30%	30 acumulados pendientes de 10% y 30%	20 ondulado pendiente entre 5% y 10%	10 llano pendiente <5%
Permeabilidad del suelo	20 muy impermeable roca	15 bastante impermeable arcilla	10 bastante permeable normal	5 muy permeable arena
Vegetación	20 ninguna	15 poca <10% de superficie	10 bastante hasta 50% superficie	5 media hasta 90% superficie
Capacidad de almacenamiento de agua	20 ninguna	15 poca	10 bastante	5 mucha
Valor de k comprendido entre	75 - 100	50 - 75	30 - 50	25 - 30
Valor de C	0,65 - 0,80	0,50 - 0,65	0,35 - 0,50	0,20 - 0,35

Fuente: Apuntes de los autores de la asignatura de Drenaje Vial (UPS).

### 6.4.3 PERIODO DE RETORNO.

El periodo de retorno (T) es el tiempo de vida útil de una obra de ingeniería y se lo puede considerarse dentro de la siguiente escala de valores, si no se dispone de otro elemento de juicio que hagan variar este criterio.

**Cuadro 6.4. Tiempo de Retorno (T) en años**

	Caminos vecinales	Red de carreteras
Alcantarillas de hasta 3 m <sup>2</sup> de sección	5	10
Alcantarillas mayores de 3 m <sup>2</sup> de sección	10	25
Cunetas	10	25
Canales interceptores	10	25
Puentes mínimo	50	50

Fuente: Ing. Antonio Salgado, Caminos de Ecuador, 1989.





#### 6.4.4 TIEMPO DE DURACIÓN.

Cuando se habla del tiempo de duración de la precipitación (I) de frecuencia T se puede obtener de la estación pluviométrica más cercana, de no ser posible esto, se recomienda tomar el tiempo de duración de la precipitación igual al tiempo de concentración por cuanto dentro de este tiempo se produce la mayor aportación, por ser aquel que demora en recorrer el agua desde el punto más alejado hasta el elemento que drena. Para el cálculo del tiempo de concentración se utilizara la Ecuación de Kirpich:

$$tc = 0.019 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Fuente: Apuntes de los autores de la asignatura de Drenaje Vial (UPS).

**Donde:**

tc = Tiempo de Concentración en minutos.

L = Longitud de área de drenaje en metros.

H = Desnivel entre extremo superior y punto de descarga en metros.

#### 6.4.5 INTENSIDAD MÁXIMA DE LLUVIA.

Como su nombre lo indica son las intensidades máximas de lluvia tomadas por la estación Izobamba obtenidas en el INAMHI, cuyos datos están presentes en el Anexo 6.3.

La ecuación a aplicarse es la siguiente:

De 5 min. < 25 min.

$$I_{TR} = 121.48 * Id_{TR} * tc^{-0.4723}$$

Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2000.



En cuanto a la formulación dada anteriormente, correspondiente a la Estación Izobamba, se puede observar en detalle su obtención en los Anexos 6.1 y 6.2.

#### **6.4.6 ÁREAS DE APORTACIÓN.**

Las áreas de drenaje se obtienen con más precisión de las cartas topográficas, proporcionadas por el IGM en escala 1:25000 de preferencia, en las que se dibujara las cuencas y sub-cuencas de todos los cursos de agua que cubren el estudio, de esta manera se ubican cada uno de los elementos de drenaje.

Para el caso esto se puede aplicar donde sea necesario caso contrario se tomara el área de la calzada más un rango de seguridad, ya que para el cálculo de las áreas de aportación es súper importante la topografía del terreno, esta es la que nos indica que área está involucrada directamente con el caudal implicado en el drenaje de la vía del proyecto.

#### **6.5 DRENAJE MENOR.**

El drenaje menor se realiza en un proyecto de tal manera que este garantice el desagüe de todas las aguas lluvias que caen en la vía y así garantizar la vida útil del proyecto, conservando su estado original para que esta dure el tiempo para la que fue diseñada.

Para el diseño de las obras de drenaje del proyecto se realizaran en el siguiente orden: cunetas, alcantarillado pluvial, sumideros y alcantarillas (de ser necesarias). Previo al diseño de las obras anteriores hay que obtener el caudal con el que van a trabajar estos elementos.

Se determina los parámetros del terreno donde se va a ir la vía, para el caso se aclara que el diseño de las obras de drenaje estarán basados en la realidad del terreno actual, por tal razón hemos dividido a la vía en dos tramos uno consolidado que va desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+400 es decir una longitud de 2400 m y el otro tramo sin consolidar que va desde la



abscisa 2+400 hasta la abscisa 4+550, es decir 2150 m., se aclara esto ya que para cada tramo existirá un diferente concepto para el diseño de las obras de drenaje.

En el proyecto de estudio se tiene en claro que existe un sistema de alcantarillado existente en el tramo 1, por tal motivo para la realización concienzuda del proyecto se optó por elaborar un sistema de alcantarillado pluvial donde este falte y donde exista empatarnos los sumideros al existente. Se aclara congruentemente con lo dicho anteriormente que no existe ningún sumidero que desagüe las aguas lluvias a lo largo de todo el proyecto existente, esto se puede constatar en las fotografías siguientes:

**Fotografía 6.1. Detalle de un Pozo del Sistema de Alcantarillado Existente.**



Fuente: Los Autores.

**Fotografía 6.2. Detalle de un Pozo del Sistema de Alcantarillado Existente.**



Fuente: Los Autores.

Para el diseño de cunetas y sumideros se debe calcular el caudal que va a ser el mismo para ambos casos se va a aplicar el Método del Nomograma de Izzard para el cálculo de canales triangulares, el mismo que es aplicable para este tipo de vías urbanas.

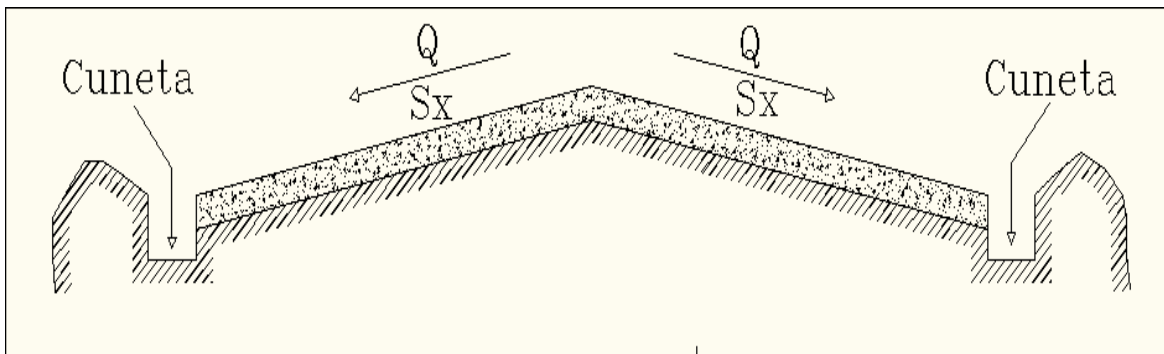
### **6.5.1 DISEÑO DE CUNETAS.**

Para el caso del proyecto en estudio no es necesario el diseño de cunetas, puesto que el mismo se encuentra en un zona urbana, por tal razón el diseño de cunetas será específicamente representativo, es decir, servirá como ejemplo.

Para el diseño de cunetas se debe de ubicar que tipo de vía es la que se tiene en el proyecto, puesto que existen varios tipos de vías como:

- Vía en Terraplén.- la que se encuentra en una zona regular donde no existe ningún talud a ninguno de los lados de la misma.

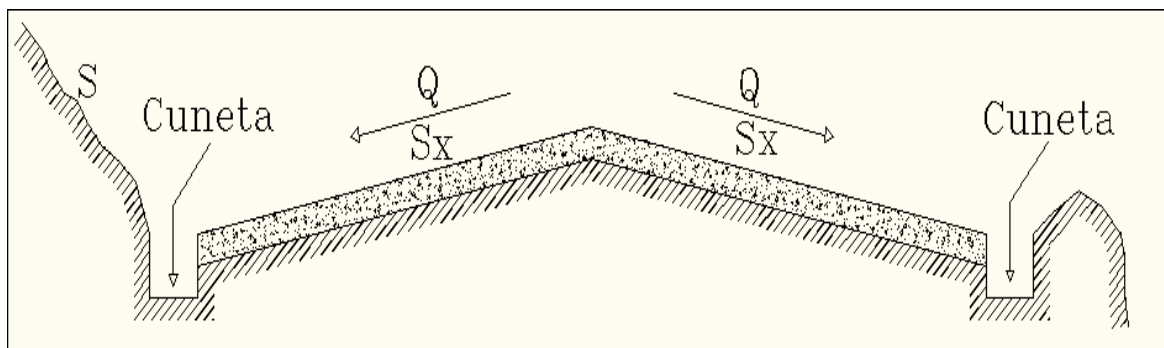
**Grafico 6.1. Vía en Terraplén.**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

- Vía a Media Ladera.- la que se encuentra con un extremo de la vía al filo del talud y el otro no.

**Grafico 6.2. Vía a Media Ladera.**

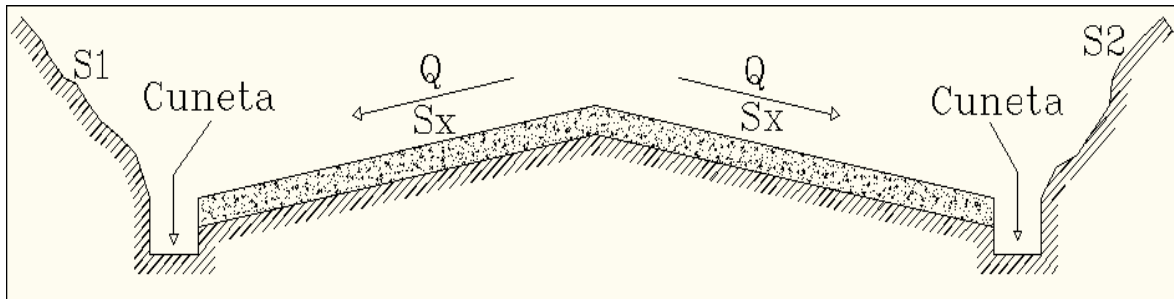


Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.



- Vía en Corte.- la que se encuentra entre dos taludes.

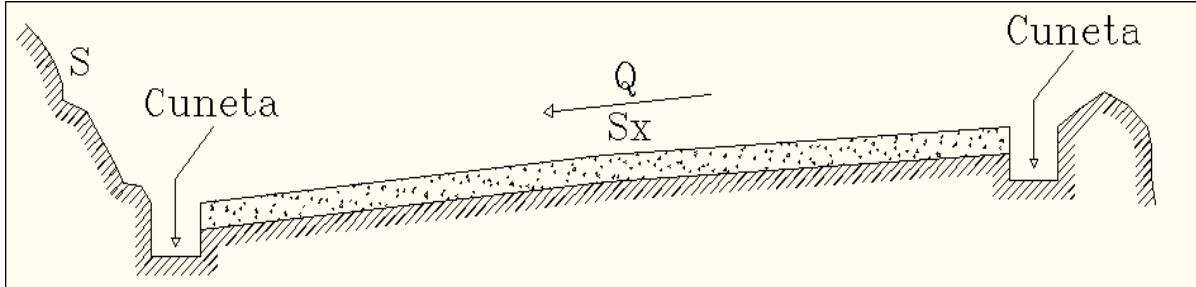
**Grafico 6.3. Vía en Corte.**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

- Vía en Peralte.- la que se tiene la pendiente transversal a un solo sentido.

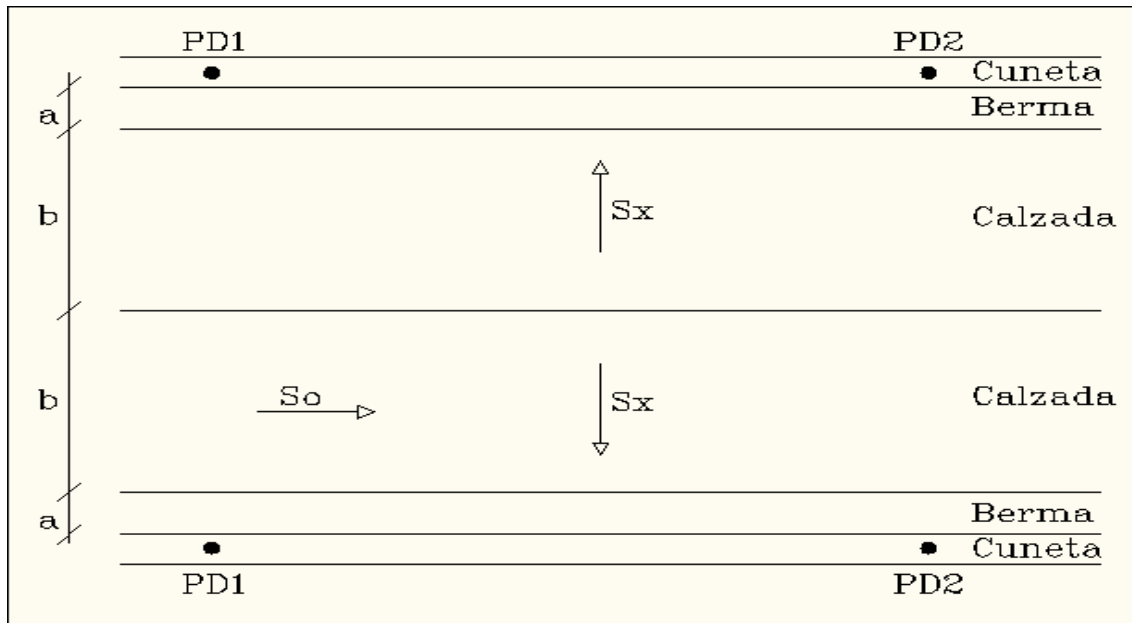
**Grafico 6.4. Vía en Peralte.**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

Se diseñara las cunetas con el concepto de Vía en Terraplén, ya que como indica en la figura es el tipo de vía que calza con el caso del proyecto, a continuación se muestra un grafico en el cual se describen los parámetros que intervienen para la aplicación de las formulas de dicho método.

**Grafico 6.5. Detalle de los elementos de la vía**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

Las formulas para el cálculo del caudal de una Vía en Terraplén son:

$$Q = 0.00028 * Cp * I_{TR} * ((a * L) + (b * L))$$

Fuente: Apuntes de los autores de la asignatura de Drenaje Vial (UPS).

Donde:

Q = Caudal en lts / seg.

Cp = Coeficiente de Escurrimiento.

$I_{TR}$  = Intensidad máxima de lluvia.

a = Ancho de la berma en metros.



b = Ancho de la calzada en metros.

L = Longitud entre puntos de captación en metros.

$$C_p = \frac{(C_1 * a * L) * (C_2 * b * L)}{(a * L) + (b * L)}$$

Fuente: Apuntes de los autores de la asignatura de Drenaje Vial (UPS).

Donde:

C<sub>p</sub> = coeficiente de escurrimiento.

C<sub>1</sub> = coeficiente de escurrimiento de la berma.

C<sub>2</sub> = coeficiente de escurrimiento de la calzada.

a = ancho de la berma en metros.

b = ancho de la calzada en metros.

L = longitud entre puntos de captación en metros.

Se va a diseñar las cunetas y los sumideros tomando en cuenta dos anchos de vía, puesto que cuando se realizó el diseño geométrico se tomó en cuenta dos aspectos importantes, el primero con respecto a las propiedades que impedían el paso de la vía, es decir las afectaciones viales y el segundo la consolidación de la vía en una gran cantidad de la misma; por tal motivo se obligó a desarrollar el proyecto con tres anchos de vía:

El Primer tramo que va desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+500 con un ancho de vía variable de 12.89 m hasta 18.60 m.



El Segundo tramo que va de la abscisa 0+500 hasta la abscisa 1+250 donde está situada la Av. Maldonado transversalmente se tiene un ancho de vía de 18.60 m.

Y el Tercer y último tramo que empieza donde termina la Av. Maldonado transversalmente en la abscisa 1+250 hasta la abscisa 4+550 con un ancho de vía de 20.40 m, en este tramo se incluye en la vía un parter de 1.2 m de ancho.

Entonces para el diseño de las cunetas se toma en cuenta todos los aspectos involucrados en el mismo, tales como: ancho de vía y consolidación de la misma.

Hay que tomar en cuenta otra disposición, por motivos de diseño en el ancho de vía no hay berma porque no es necesario por el tipo de vía y por el mínimo caudal a recoger por la cuneta, por tal motivo el valor de la berma es cero.

#### **6.5.1.1 Cálculo de Caudal.**

- En el área consolidada y en la no consolidada se va a diseñar con las pendientes obtenidas del levantamiento topográfico.
- Se trabajará con el ancho promedio de la vía en el tramo donde se ensancha la misma de 12.89 m. hasta 18.60 m. y en el tramo con el ancho de 20.40 m se tomará como es obvio dicho valor, dividiendo a este tramo en área consolidada y en área no consolidada según sea el caso.
- Hay que tomar en cuenta que para el área consolidada de la vía se calcularán las cunetas con la longitud de la manzana para cada tramo donde exista.

Por tal razón se hará los cálculos para un tramo, hay que aclarar que por la irregularidad de las manzanas ya consolidadas en la vía hay que hacer el diseño de las cunetas individualmente para cada uno de los lados de la vía, es decir, un diseño para el lado izquierdo y un diseño para el lado derecho de la misma.

**6.5.1.2 Datos de tramo donde existe la primera manzana consolidada.****6.5.1.2.1 Lado Izquierdo.**

Este tramo esta de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+050.

$$C1 = 0$$

$$a = 0 \text{ m.}$$

$$C2 = 0.95 \text{ asfalto}$$

$$b = 4.40 \text{ m.}$$

$$L \text{ izq.} = 36.70 \text{ m.}$$

Por tal motivo la formula de coeficiente de escurrimiento queda así:

$$Cp = \frac{(C2 * b * L)}{(b * L)}$$

$$Cp = \frac{(0.95 * 4.40 * 36.70)}{(4.40 * 36.70)}$$

$$Cp = 0.95$$

Para el diseño del tiempo de duración de la lluvia ( $t_c$ ) en minutos un valor de 10 min., ya que este es el valor recomendado cuando no se tiene áreas de afluentes de aportación a los costados de la vía.

Entonces:

$$t_c = 10 \text{ min.}$$





Para el valor de las Intensidades diarias para un periodo de retorno dado ( $I_{TR}$ ), se obtiene el valor del cuadro de Intensidades Máximas en 24 Horas las mismas que son determinadas con información pluviográfica en el periodo: 1964 – 1998, estos valores son proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el mismo que está en el Anexo 6.3. Para el caso el valor de  $I_{TR}$  para un periodo de retorno de 20 años es de 2.20.

Entonces:

$$Id_{TR} = 2.20$$

$$I_{TR} = 121.48 * 2.20 * 10^{-0.4723}$$

$$I_{TR} = 90.08 \text{ min.}$$

Nota: el valor del área de aportación, es decir, (b x L) vamos a multiplicar por un factor de seguridad del 100%, esto quiere decir que el área de aportación va a ser (b x L x 2), puesto para el cálculo de los caudales el momento de las precipitaciones no se toma en cuenta veredas y casas que desalojan el agua lluvia a la calzada que luego va a las cunetas y consecuentemente a los sumideros.

$$Q = 0.00028 * Cp * I_{TR} * (b * L * 2)$$

$$Q = 0.00028 * 0.95 * 90.08 * (4.40 * 36.70 * 2)$$

$$Q = 7.73 \text{ lt/seg}$$

$$Q = 0.0077 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Este caudal obtenido, es el que va a cada lado de la calzada de la vía.

Obtenido este caudal y los siguientes datos: coeficiente de rugosidad (n), pendiente longitudinal (So) y pendiente transversal (Sx); con estos valores se calcula diferentes datos



para luego utilizar el Nomograma de Izzard, el mismo que se lo puede observar en el Anexo 6.4.

Entonces:

$$Q = 7.73 \text{ lt/seg}$$

$$n = 0.015$$

$$S_o = 8.31 \%$$

$$S_x = 0.02$$

Con estos valores se calcula diferentes datos para luego utilizar el Nomograma de Izzard.

Primero se calcula (z) que es el inverso de la pendiente transversal ( $S_x$ ):

$$z = \frac{1}{S_x}$$

$$z = \frac{1}{0.02}$$

$$z = 50$$

Luego se calcula la Relación ( $z/n$ ), que es un valor que se encuentra en el Nomograma de Izzard:

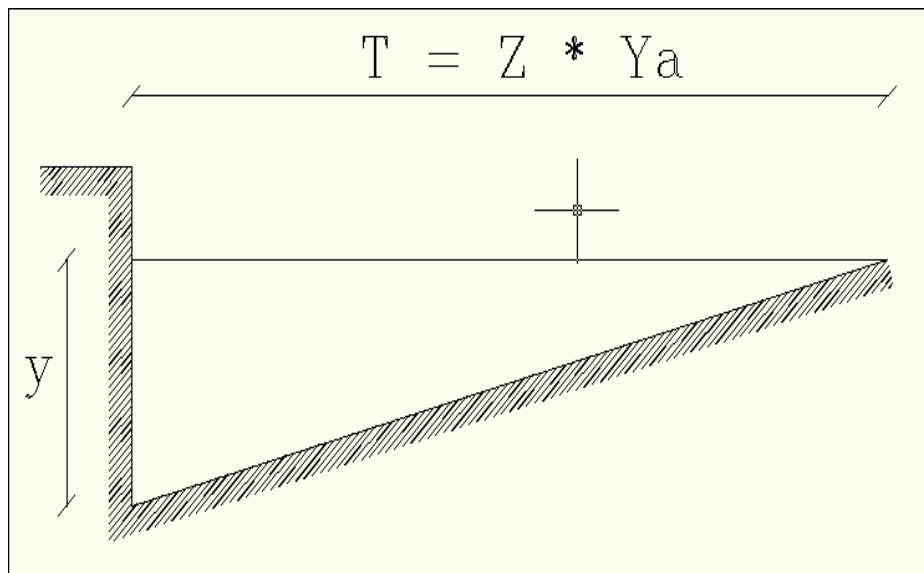
$$\frac{z}{n} = \frac{50}{0.015}$$

$$\frac{z}{n} = 3333.33$$

Con todos los datos completos se utiliza el Nomograma de Izzard, en el que están cinco columnas de diferentes parámetros con valores, de izquierda a derecha están en el siguiente orden: Relación ( $z/n$ ), Charnela, Caudal en (lts/seg), Pendiente Longitudinal y la Profundidad ( $Y_a$ ) en (m.) esta última columna que es la que nos da el valor de la altura de la cuneta.

Para el caso la cuneta obtenida está representada en el grafico contiguo:

**Grafico 6.6. Sección Transversal de una Cuneta Triangular**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

Después de trasladar los datos al Nomograma de Izzard obtenemos:

$$Y_a = 0.019 \text{ m} = 1.9 \text{ cm}$$

$$T = z * y$$

$$T = 50 * 0.019$$

$$T = 0.95 \text{ m}$$



#### 6.5.1.2.2 Lado Derecho.

Este tramo esta de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+050.

$$C1 = 0$$

$$a = 0 \text{ m.}$$

$$C2 = 0.95 \text{ asfalto}$$

$$b = 4.40 \text{ m.}$$

$$L \text{ izq.} = 37.00 \text{ m.}$$

$$Cp = \frac{(C2 * b * L)}{(b * L)}$$

$$Cp = \frac{(0.95 * 4.40 * 37.00)}{(4.40 * 37.00)}$$

$$Cp = 0.95$$

$$Q = 0.00028 * Cp * I_{TR} * (b * L * 2)$$

$$Q = 0.00028 * 0.95 * 90.08 * (4.40 * 37.00 * 2)$$

$$Q = 7.80 \text{ lt/seg}$$

$$Q = 0.0078 \text{ m}^3/\text{seg}$$



Entonces:

$$Q = 7.80 \text{ lt/seg}$$

$$n = 0.015$$

$$S_o = 8.31 \%$$

$$S_x = 0.02$$

$$z = \frac{1}{S_x}$$

$$z = \frac{1}{0.02}$$

$$z = 50$$

$$\frac{z}{n} = \frac{50}{0.015}$$

$$\frac{z}{n} = 3333.33$$

Después de trasladar los datos al Nomograma de Izzard obtenemos:

$$Y_a = 0.019 \text{ m} = 1.9 \text{ cm}$$



$$T = z * y$$

$$T = 50 * 0.019$$

$$T = 0.95 \text{ m}$$

Como se puede apreciar anteriormente en todos los cálculos obtenidos y luego aplicado al Nomograma de Izzard, los valores de la profundidad (y) de la cuneta son valores extremadamente pequeños, ya que la vía es de tipo terraplén, por ende el área de aportación es mínima, con esto se explica el porqué del no realizar diseños de cunetas en zonas urbanas.

#### **6.5.2 DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL (CANALES CERRADOS).**

En vista de que el proyecto en estudio es netamente vial, se procede a realizar solamente el diseño de alcantarillado pluvial de canales cerrados porque en estos casos solo se consideran los caudales generados por las aguas lluvias implícitas directamente en la vía.

Los sistemas de alcantarillado pluvial de canal cerrado trabajan a sección abierta y se debe evitar a toda costa que el conducto trabaje a sección llena, pero esto puede pasar en estaciones de bombeo y cuando la capacidad de desagüe del conducto supera la cantidad de agua que ingresa en el mismo.

En el diseño del sistema de alcantarillado pluvial se tomo las normas del EPMAPS, previamente obtenidos los caudales con los datos del INAMHI.

Toda la vía del proyecto en estudio se la va a dividir en varias secciones para el diseño tanto del alcantarillado como de los sumideros, esto se lo va a hacer de tal forma que podamos utilizar los pozos del sistema de alcantarillado existente y a la vez añadir los pozos necesarios y faltantes en el mismo sistema, en el caso en donde no existe un sistema de alcantarillado, ahí se va a diseñar un sistema de alcantarillado pluvial con sus respectivos sumideros.



Se va a colocar los pozos según la normativa del EPMAPS-Q que nos indica que no deben distanciarse el un pozo del otro en una medida no mayor a 80 metros lineales.

#### 6.5.2.1 Cálculo de caudales.

Se necesita saber cuál es el caudal que va a ingresar en este caso a los sumideros, por eso se procede a calcular el caudal que cae y se escurre por la calzada de la vía utilizando las formulas de Izzard, así:

$$Q = 0.00175 * h^{\frac{8}{3}} * \frac{z}{n} * So^{\frac{1}{2}}$$

Fuente: Nomograma de Izzard

Donde:

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

n = Coeficiente de Manning.

z = Inversa de la pendiente transversal.

h o y = Calado del agua.

So = Pendiente Longitudinal de la vía en m/m.

Para el coeficiente de Manning o coeficiente de rugosidad (n), de lo aprendido en clases para un pavimento bien sea este de concreto o asfáltico de acabado fino se puede adoptar un valor de 0.016 para trabajar en el diseño, el valor de (z) como se calculo en el diseño demostrativo de cunetas se lo realiza de igual manera, para (h o y) que es el valor del calado del agua, es decir, la altura que va a llegar el agua en el bordillo una vez que haya escurrido de la calzada, este valor no da el Nomograma de Izzard. Y por último la pendiente longitudinal (So) que está dada por el diseño geométrico de la vía.



### 6.5.2.2 Caudal interceptado.

El Nomograma de Izzard nos ofrece la fórmula para calcular el caudal interceptado, es decir, el que ingresa al sumidero tomando en cuenta que este es normalizado, que es:

$$Qi = \frac{0.614 * So^{\frac{1}{2}}}{n} * Yp^{\frac{3}{2}}$$

Fuente: Nomogramas de Izzard

### 6.5.3 DISEÑO DE SUMIDEROS.

Los sumideros son obras de drenaje que se construyen exclusivamente en la zona urbana puesto que tienen que ubicarse en un determinado sitio según se requiera en la ciudad.

Su objetivo es desaguar el agua de la calzada pero se tiene que tomar en cuenta algunas consideraciones:

- Hay que colocarlos en puntos bajos y depresiones.
- Se los coloca también en lugares donde se reduzca la pendiente.
- También se los coloca justo antes de puentes, terraplenes, antes de pasos peatonales, cruces de calles entre otros.

Para explicar de mejor manera donde se colocan los sumideros se adjunta el siguiente grafico, donde:

1: es un sumidero requerido por sobrepaso indeseable.

2: es un sumidero requerido para evitar área de inundación.

3: es un sumidero requerido por falta de capacidad de la calle.

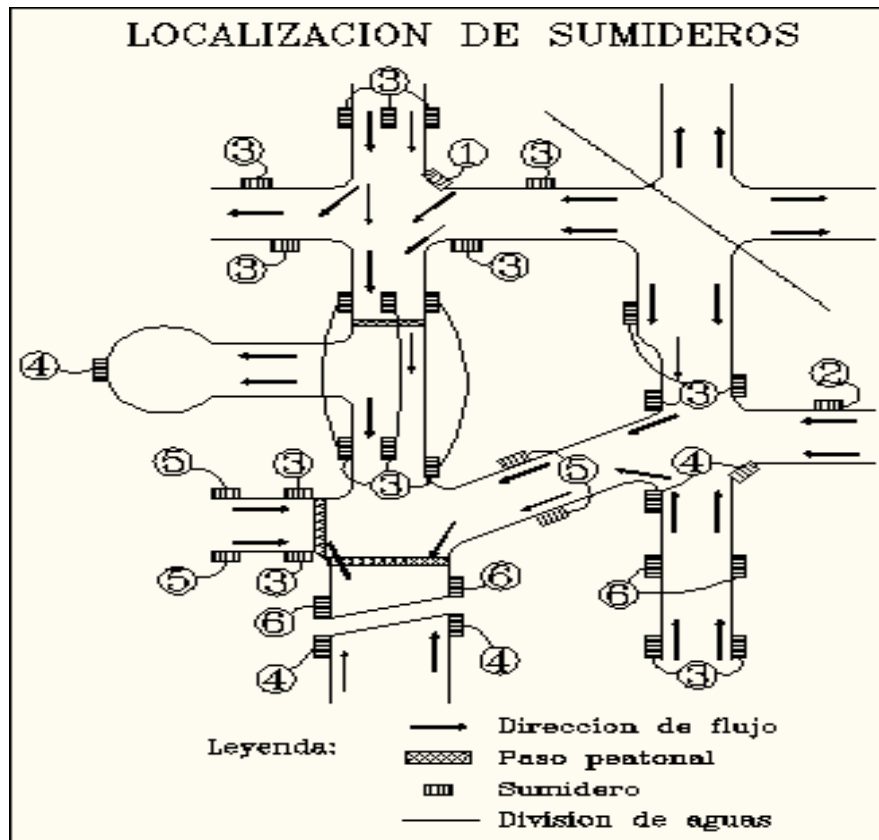
4: es un sumidero requerido por punto bajo y/o acceso a puente.



5: sumidero adicional requerido por función básica.

6: es un sumidero con capacidad aumentado por función básica.

**Grafico 6.7. Localización de Sumideros.**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

Se debe tomar en cuenta unas consideraciones especiales el momento de diseñar los sumideros como:

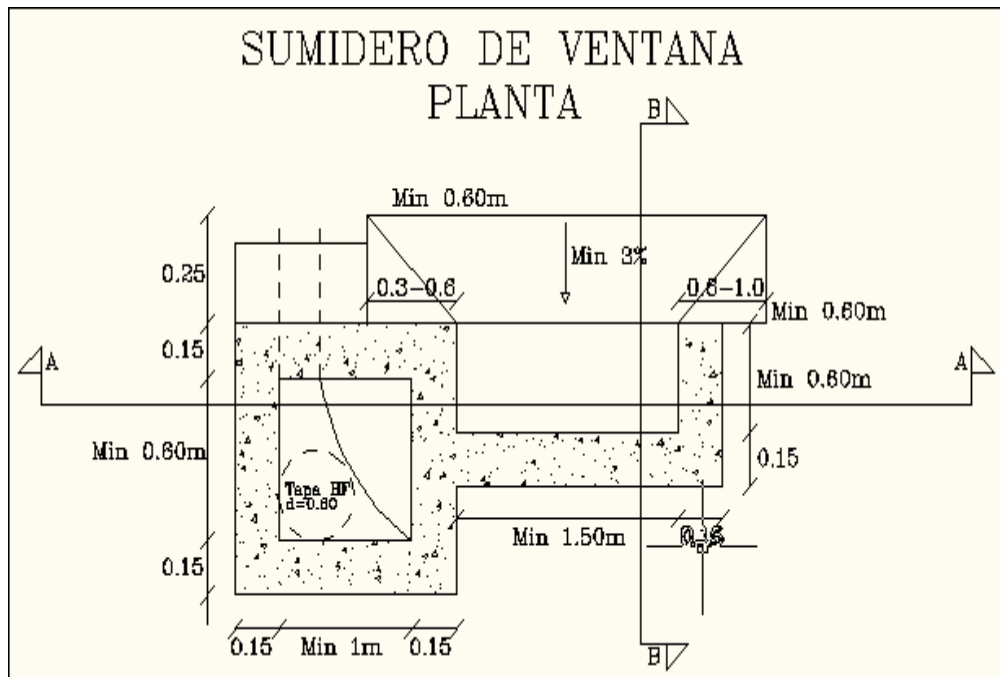
- Se debe conocer la sección transversal de la vía para saber si se construyen sumideros a los dos lados de la vía o solo a uno.
- En las intersecciones de calles se debe hacer pequeñas depresiones para captar un mayor caudal.

- No se debe ubicar sumideros en lugar donde vayan a estorbar con servicios públicos como electricidad o teléfonos.

A continuación se va a describir los tipos de sumideros que existen para poder hacer la elección más conveniente para el proyecto, ya que de esta depende la capacidad de captación del caudal; por consiguiente se tiene cuatro tipos de sumideros:

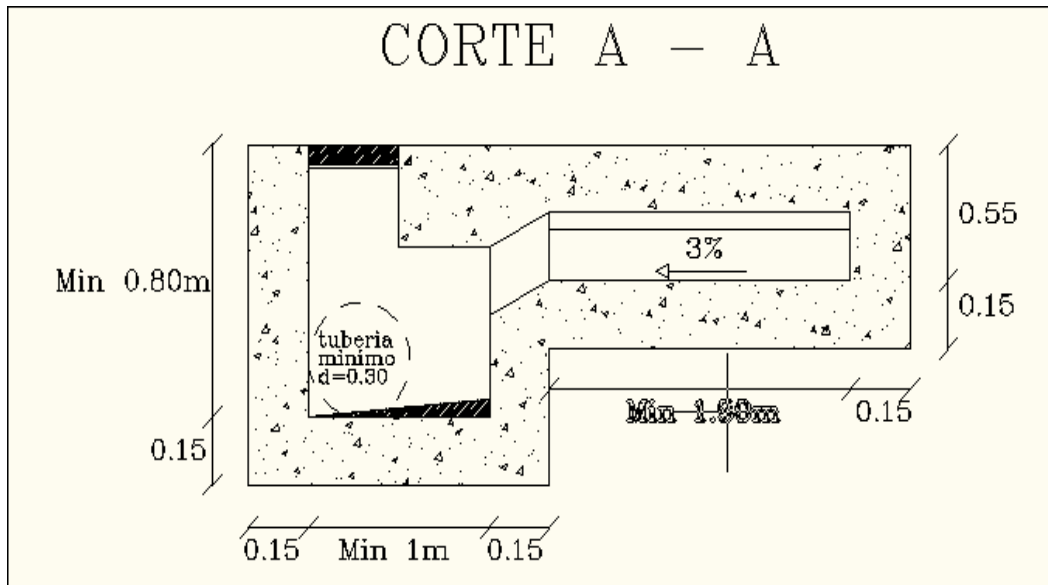
**Sumidero de Ventana.-** consiste en una abertura en forma de ventana practicada en el bordillo, deprimida con respecto a la cuneta; este sumidero posee una cámara de sedimentos, un canal lateral de desagüe y una tubería de conexión al servicio público. El fundamento hidráulico de este sumidero es ineficiente cuando existe mucha pendiente, también no es recomendable cuando se tiene gran arrastre de sedimentos y por su costo. Su ventaja es que no interviene con el tránsito de vehículos y es muy eficiente en puntos bajos de pendiente pequeña.

**Grafico 6.8. Planta del Sumidero de Ventana.**



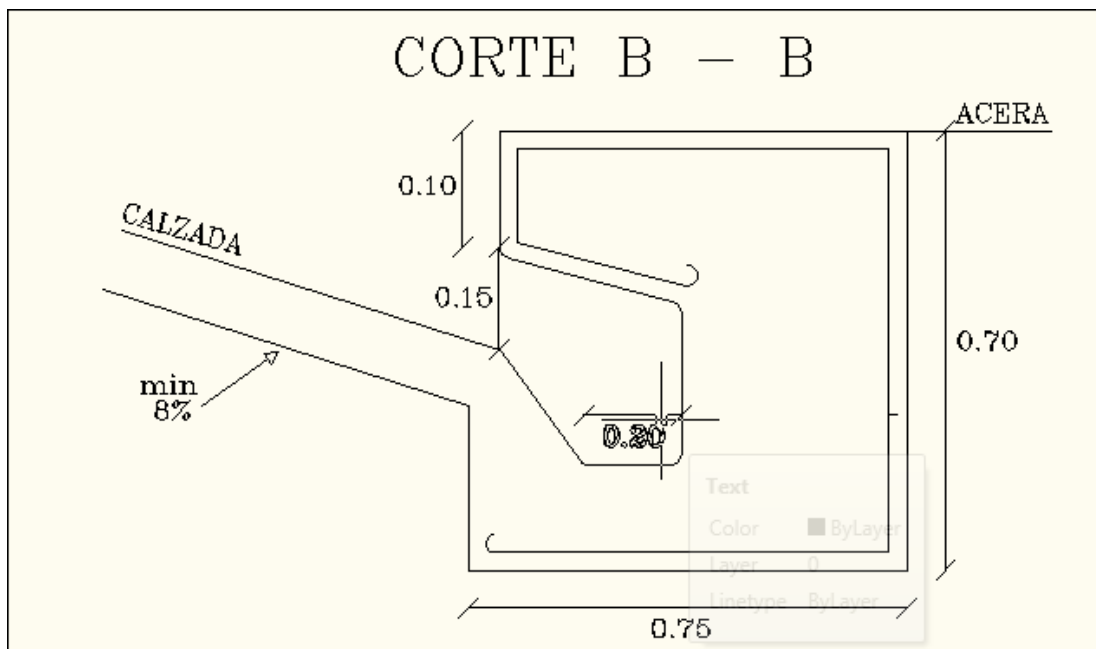
Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

**Grafico 6.8. Corte Transversal del Sumidero de Ventana**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

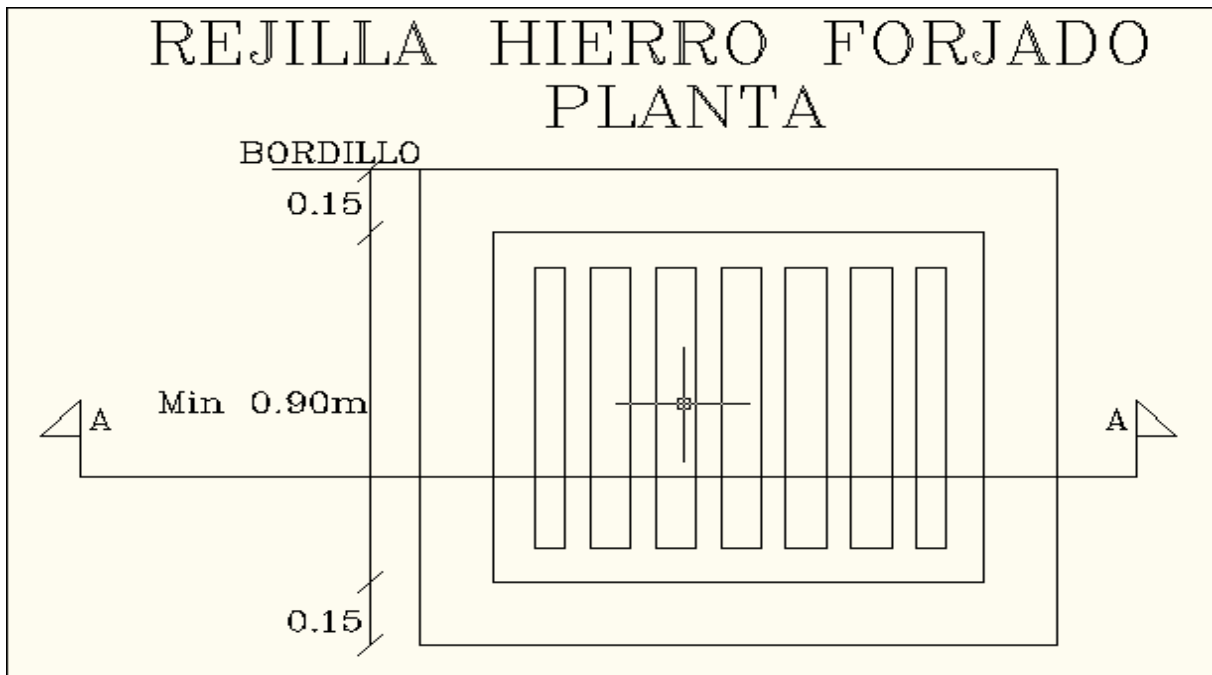
**Grafico 6.9. Corte Longitudinal del Sumidero de Ventana.**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

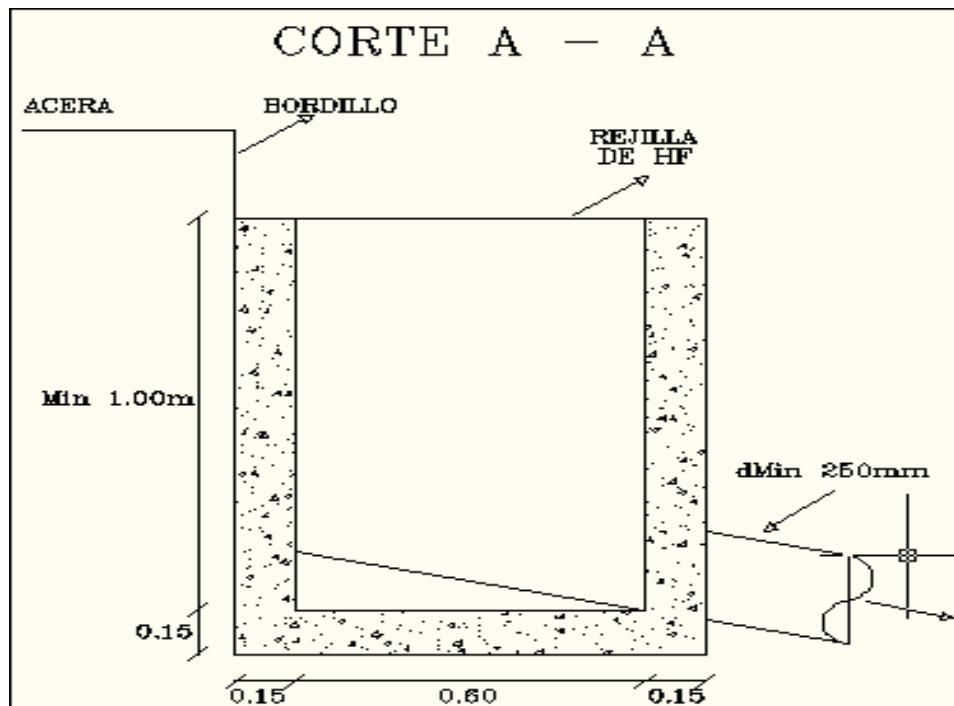
**Sumidero de Reja.-** consiste en la construcción de una cámara donde penetran las aguas pluviales, se cubre con una reja que impide el ingreso de basura, vehículos, personas entre otros y este se una al colector con una tubería de desagüe. Existen numerosos tipos de rejillas paralelas, perpendiculares y diagonales al flujo. Sus desventajas son: recolección de desperdicios que tapan las rejillas de ingreso del caudal de la cuneta y produce sonido cuando pasan los vehículos. Su mayor ventaja es que se los utiliza en pendientes mayores del 3% y su costo ya que resultan económicos.

**Grafico 6.10. Rejilla de Hierro Forjado.**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

**Grafico 6.11. Corte Longitudinal del Sumidero de Reja.**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

**Sumidero Mixto.-** Es la combinación del sumidero de ventana con el reja, tratando de sacar lo mejor de cada uno de estos, por lo general se los utiliza cuando se requiera sumideros de ventana con una eficiencia de captación menor al 75%. Pero su mayor desventaja es el costo ya que es bastante elevado.

**Sumideros Especiales.-** son aquellos que tiene una configuración algo diferente a los anteriores y estos pueden ser utilizados en los siguientes casos:

- Conexión de calles con caudales abiertos o causes naturales.
- Colección de aguas superficiales de áreas extensas.
- Conexión directa entre colectores y pequeñas calles naturales.

Para el caso del proyecto se opta por la opción de sumideros de ventana ya que estos son los más convenientes para el caso, primeramente por la pendientes del proyecto ya que a lo largo del mismo son bastante elevadas y también por su costo.

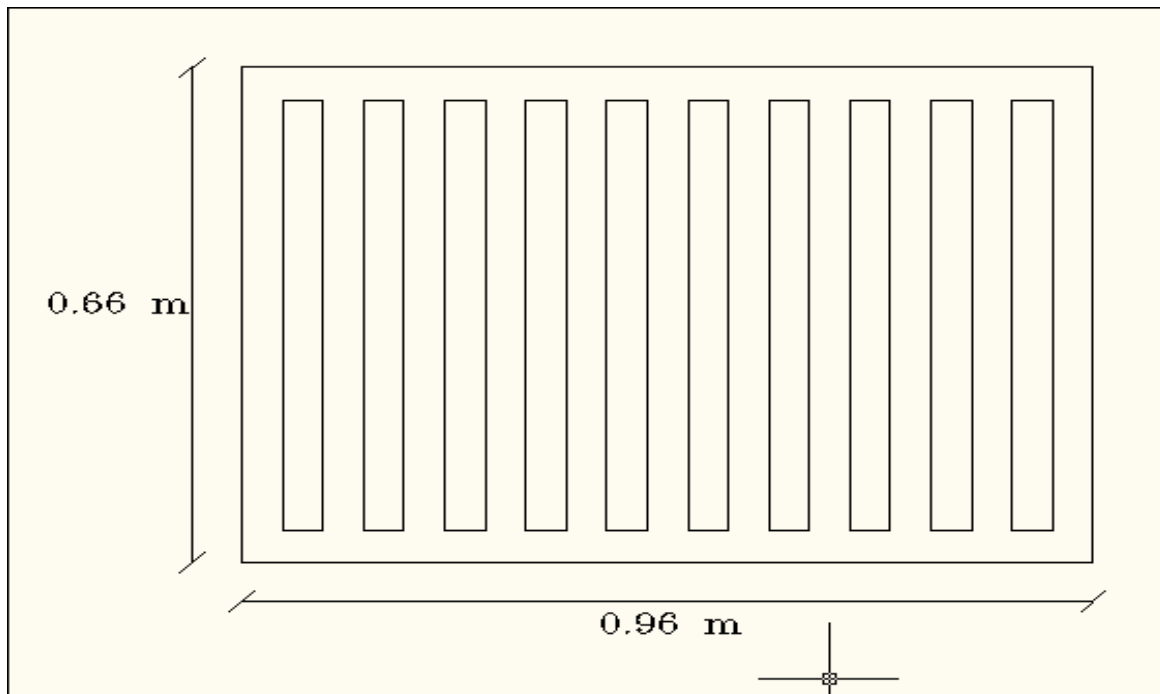
#### 6.5.3.1 Diseño de sumideros.

Se va a hacer el diseño de Sumideros Normalizados de Rejas que como datos importantes se debe conocer la pendiente longitudinal ( $S_o$ ) y la pendiente transversal ( $S_x$ ) de la vía.

##### 6.5.3.1.1 Reja Tipo Cuneta.

Tiene las dimensiones de: 0.96 m x 0.66 m y 10 ranuras con área neta de 0.27 m<sup>2</sup> que representa el 50% de la superficie de la cámara.

**Grafico 6.12. Sumidero de Reja Normado.**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.



A continuación en el siguiente cuadro se va a indicar el diseño del sistema de drenaje:

**Cuadro 6.5. Pozos Nuevos y Sumideros.**

Tipo de Pozo	Pozo	ABS	L (m)	n	Sx (%)	Y (cm)	Z	So (%)	Qc (lt/s)	Yp (cm)	Qing (lt/s)	No Sum.	Qtotal (lt/s)	D (mm)	V (m/s)
<b>Sentido de la Pendiente Este-Oeste</b>															
<b>Empieza un nuevo tramo</b>															
P Exist.	P1	0+000													
			48.88	0.016	2.0	3	50	8.31	59.03	2.10	18.37	3	236.10	250	4.50
P Exist.	P2	0+048.88													
			48.52	0.016	2.0	3	50	8.31	59.03	2.10	18.37	3	177.08	250	4.50
P Exist.	P3	0+097.40													
			47.80	0.016	2.0	3	50	8.31	59.03	2.10	18.37	3	118.05	250	4.50
P Exist.	P4	0+145.20													
			49.27	0.016	2.0	3	50	8.31	59.03	2.10	18.37	3	59.03	250	4.50
P Exist.	P5	0+194.47													
			48.10	0.016	2.0	3	50	8.31	59.03	2.10	18.37	3	236.29	250	4.50
P Exist.	P6	0+242.57													
			57.08	0.016	2.0	3	50	7.77	57.08	2.10	17.76	3	177.26	250	4.36
P Exist.	P7	0+299.65													
			52.73	0.016	2.0	3	50	7.77	57.08	2.10	17.76	3	120.19	250	4.36
P Exist.	P8	0+352.38													
			48.39	0.016	2.0	3	50	9.50	63.11	2.10	19.64	3	63.11	250	4.82
P Exist.	P9	0+400.77													
			50.46	0.016	2.0	3	50	9.50	63.11	2.10	19.64	3	63.11	250	4.82
P Exist.	P10	0+451.23													
			44.88	0.016	2.0	3	50	9.50	63.11	2.10	19.64	3	63.11	250	4.82
P Exist.	P11	0+496.11													
			60.00	0.016	2.0	3	50	9.50	63.11	2.10	19.64	3	189.33	250	4.82
P Nuev.	P11-A	0+556.11													
			60.00	0.016	2.0	3	50	9.50	63.11	2.10	19.64	3	126.22	250	4.82
P Nuev.	P11-B	0+616.11													
			71.56	0.016	2.0	3	50	9.50	63.11	2.10	19.64	3	63.11	250	4.82
P Exist.	P12	0+687.67													
			80.00	0.016	2.0	3	50	8.24	58.78	2.10	18.29	3	176.33	250	4.49
P Nuev.	P12-A	0+767.67													
			80.00	0.016	2.0	3	50	8.24	58.78	2.10	18.29	3	117.55	250	4.49
P Nuev.	P12-B	0+847.67													
			80.00	0.016	2.0	3	50	8.24	58.78	2.10	18.29	3	58.78	250	4.49
P Nuev.	P12-C	0+927.67													
			77.06	0.016	2.0	3	50	8.24	58.78	2.10	18.29	3	58.78	250	4.49
P Exist.	P13	1+004.73													



Tipo de Pozo	Pozo	ABS	L (m)	n	Sx (%)	Y (cm)	Z	So (%)	Qc (lt/s)	Yp (cm)	Qing (lt/s)	No Sum.	Qtotal (lt/s)	D (mm)	V (m/s)
			80.00	0.016	2.0	3	50	6.50	52.20	2.10	16.24	3	156.61	250	3.98
P Nuev.	P13-A	1+084.73													
			80.00	0.016	2.0	3	50	6.50	52.20	2.10	16.24	3	104.41	250	3.98
P Nuev.	P13-B	1+164.73													
			50.00	0.016	2.0	3	50	6.50	52.20	2.10	16.24	3	52.20	250	3.98
P Exist.	P14	1+214.73													
<b>Empieza un nuevo tramo</b>															
P Nuev.	P15	1+261.40													
			80.00	0.016	2.0	3	50	8.63	60.15	2.10	18.72	3	180.45	250	4.59
P Nuev.	P15-A	1+341.40													
			80.00	0.016	2.0	3	50	8.63	60.15	2.10	18.72	3	120.30	250	4.59
P Nuev.	P15-B	1+421.40													
			80.00	0.016	2.0	3	50	8.63	60.15	2.10	18.72	3	60.15	250	4.59
P Nuev.	P15-C	1+501.40													
			54.98	0.016	2.0	3	50	8.63	60.15	2.10	18.72	3	60.15	250	4.59
P Exist.	P16	1+556.38													
			80.00	0.016	2.0	3	50	5.25	46.92	2.10	14.60	3	140.75	250	3.58
P Nuev.	P16-A	1+636.38													
			80.00	0.016	2.0	3	50	5.25	46.92	2.10	14.60	3	93.83	250	3.58
P Nuev.	P16-B	1+716.38													
			55.00	0.016	2.0	3	50	5.25	46.92	2.10	14.60	3	46.92	250	3.58
P Exist.	P17	1+771.38													
			80.00	0.016	2.0	3	50	3.50	38.31	2.10	11.92	3	76.61	250	2.92
P Nuev.	P17-A	1+851.38													
			77.00	0.016	2.0	3	50	3.50	38.31	2.10	11.92	3	38.31	250	2.92
P Exist.	P18	1+928.38													





Tipo de Pozo	Pozo	ABS	L (m)	n	Sx (%)	Y (cm)	Z	So (%)	Qc (lt/s)	Yp (cm)	Qing (lt/s)	No Sum.	Qtotal (lt/s)	D (mm)	V (m/s)
			48.00	0.016	2.0	3	50	3.12	36.17	2.10	11.25	3	144.67	250	2.76
P Exist.	P19	1+976.38													
			49.00	0.016	2.0	3	50	3.12	36.17	2.10	11.25	3	108.50	250	2.76
P Exist.	P20	2+025.38													
			49.00	0.016	2.0	3	50	3.12	36.17	2.10	11.25	3	72.34	250	2.76
P Exist.	P21	2+074.38													
			48.00	0.016	2.0	3	50	3.12	36.17	2.10	11.25	3	36.17	250	2.76
P Exist.	P22	2+122.38													
			49.00	0.016	2.0	3	50	3.12	36.17	2.10	11.25	3	144.67	250	2.76
P Exist.	P23	2+171.38													
			48.00	0.016	2.0	3	50	3.12	36.17	2.10	11.25	3	108.50	250	2.76
P Exist.	P24	2+219.38													
			60.00	0.016	2.0	3	50	3.12	36.17	2.10	11.25	3	72.34	250	2.76
P Nuev.	P24-A	2+279.38													
			70.00	0.016	2.0	3	50	3.12	36.17	2.10	11.25	3	36.17	250	2.76
P Nuev.	P24-B	2+349.38													
			50.00	0.016	2.0	3	50	2.54	32.63	2.10	10.15	3	65.27	250	2.49
P Nuev.	P24-C	2+399.38													
			44.71	0.016	2.0	3	50	2.54	32.63	2.10	10.15	3	32.63	250	2.49
Descarga		2+444.09													
			27.30												
<b>Empieza un nuevo tramo</b>															
P Nuev.	P25	2+471.39													
			80	0.016	2.0	3	50	1.98	28.81	2.10	8.97	3	72.53	250	2.20
P Nuev.	P26	2+551.39													
			80	0.016	2.0	3	50	1.98	28.81	2.10	8.97	3	43.72	250	2.20
P Nuev.	P27	2+631.39													
			80	0.016	2.0	3	50	0.53	14.91	2.10	4.64	3	14.91	250	1.14
P Nuev.	P28	2+711.39													
			80	0.016	2.0	3	50	0.53	14.91	2.10	4.64	3	14.91	250	1.14
P Nuev.	P29	2+791.39													
			50	0.016	2.0	3	50	0.53	14.91	2.10	4.64	3	14.91	250	1.14
P Nuev.	P30	2.841.39													
			58.25	0.016	2.0	3	50	0.53	14.91	2.10	4.64	3	14.91	300	1.28
P Nuev.	P31	2+899.64													



Tipo de Pozo	Pozo	ABS	L (m)	n	Sx (%)	Y (cm)	Z	So (%)	Qc (lt/s)	Yp (cm)	Qing (lt/s)	No Sum.	Qtotal (lt/s)	D (mm)	V (m/s)
<b>Empieza un nuevo tramo</b>															
<b>Sentido de la Pendiente Este-Oeste</b>															
P Nuev.	P53	4+339.64													
			73.00	0.016	2.0	3	50	2.35	31.39	2.10	9.77	3	94.17	300	2.70
P Nuev.	P54	4+412.64													
			80.00	0.016	2.0	3	50	2.35	31.39	2.10	9.77	3	62.78	300	2.70
P Nuev.	P55	4+492.64													
			60.00	0.016	2.0	3	50	2.35	31.39	2.10	9.77	3	31.39	300	2.70
P Nuev.	P55-A	4+552.64													
			47.00	0.016	2.0	3	50	2.35	31.39	2.10	9.77	3	225.25	300	2.70
P Nuev.	P55-B	4+539.64													
<b>Empieza un nuevo tramo</b>															
<b>Sentido de la Pendiente Oeste-Este</b>															
P Nuev.	P53	4+339.64													
			35.00	0.016	2.0	3	50	2.35	31.39	2.10	9.77	3	125.56	300	2.70
P Nuev.	P52	4+304.64													
			40.00	0.016	2.0	3	50	9.96	64.62	2.10	20.11	3	193.86	300	5.57
P Nuev.	P51	4+264.64													
			80.00	0.016	2.0	3	50	9.96	64.62	2.10	20.11	3	129.24	300	5.57
P Nuev.	P50	4+184.64													
			80.00	0.016	2.0	3	50	9.96	64.62	2.10	20.11	3	64.62	300	5.57
P Nuev.	P49	4+104.64													
			80.00	0.016	2.0	3	50	9.96	64.62	2.10	20.11	3	64.62	300	5.57
P Nuev.	P48	4+024.64													
			60.00	0.016	2.0	3	50	9.96	64.62	2.10	20.11	3	64.62	300	5.57
P Nuev.	P47	3+964.64													
			50.00	0.016	2.0	3	50	8.38	59.27	2.10	18.44	3	237.10	300	5.11
P Nuev.	P46	3+914.64													
			50.00	0.016	2.0	3	50	8.38	59.27	2.10	18.44	3	177.82	300	5.11
P Nuev.	P45	3+864.64													
			80.00	0.016	2.0	3	50	8.38	59.27	2.10	18.44	3	118.55	300	5.11
P Nuev.	P44	3+784.64													
			80.00	0.016	2.0	3	50	8.38	59.27	2.10	18.44	3	59.27	300	5.11
P Nuev.	P43	3+704.64													
			50.00	0.016	2.0	3	50	8.38	59.27	2.10	18.44	3	240.15	300	5.11
P Nuev.	P42	3+654.64													
			45.00	0.016	2.0	3	50	8.67	60.29	2.10	18.76	3	180.87	300	5.20



Tipo de Pozo	Pozo	ABS	L (m)	n	Sx (%)	Y (cm)	Z	So (%)	Qc (lt/s)	Yp (cm)	Qing (lt/s)	No Sum.	Qtotal (lt/s)	D (mm)	V (m/s)
P Nuev.	P41	3+609.64	80.00	0.016	2.0	3	50	8.67	60.29	2.10	18.76	3	120.58	300	5.20
P Nuev.	P40	3+529.64	50.00	0.016	2.0	3	50	8.67	60.29	2.10	18.76	3	60.29	300	5.20
P Nuev.	P39	3+479.64	50.00	0.016	2.0	3	50	8.67	60.29	2.10	18.76	3	60.29	300	5.20
P Nuev.	P38	3+429.64	80.00	0.016	2.0	3	50	9.14	61.90	2.10	19.26	3	61.90	300	5.33
P Nuev.	P37	3+349.64	80.00	0.016	2.0	3	50	9.14	61.90	2.10	19.26	3	177.16	300	5.33
P Nuev.	P36	3+269.64	80.00	0.016	2.0	3	50	9.14	61.90	2.10	19.26	3	115.26	300	5.33
P Nuev.	P35	3+189.64	80.00	0.016	2.0	3	50	6.79	53.36	2.10	16.60	3	53.36	300	4.60
P Nuev.	P34	3+109.64	60.00	0.016	2.0	3	50	6.79	53.36	2.10	16.60	3	53.36	300	4.60
P Nuev.	P33	3+049.64	80.00	0.016	2.0	3	50	6.79	53.36	2.10	16.60	3	53.36	300	4.60
P Nuev.	P32	2+969.64	70.00	0.016	2.0	3	50	6.79	53.36	2.10	16.60	3	53.36	300	4.60
P Nuev.	P31	2+899.64													

Fuente: Los Autores.

En los datos anteriores se puede observar que, se interconectó el sistema de alcantarillado antiguo con aumentos en el mismo de pozos, principalmente para, de esta manera aprovechar lo que se tenía y así disminuir los costos directos del proyecto.

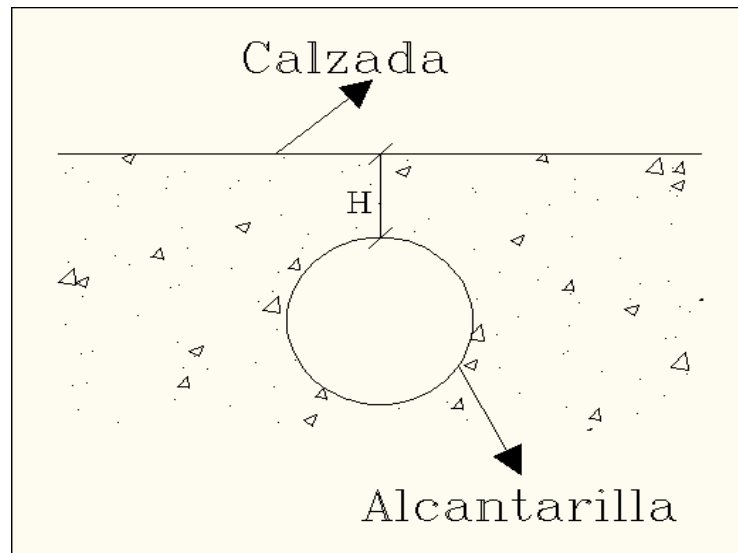
## 6.5.4 DISEÑO DE ALCANTARILLAS.

### 6.5.4.1 Concepto.

Las alcantarillas son estructuras de evacuación de las aguas de escorrentía superficial, que están ubicadas transversalmente a la calzada de las carreteras, calles, caminos, entre otros; también sirven para dar paso por debajo de una vía a corrientes de aguas permanentes o estacionarias.

Las alcantarillas por estar cubiertas por un terraplén de circulación vehicular de espesor variable (H), estarán sometidas a solicitaciones provenientes de la carga del terraplén y de la carga del tránsito, esta última será menor en cuanto mayor sea la altura del terraplén sobre la alcantarilla y viceversa, si no hay recubrimiento en la parte superior de la alcantarilla actúa como superficie de rodamiento recibiendo toda la carga del tránsito.

**Grafico 6.12. Corte Transversal de una Alcantarilla**



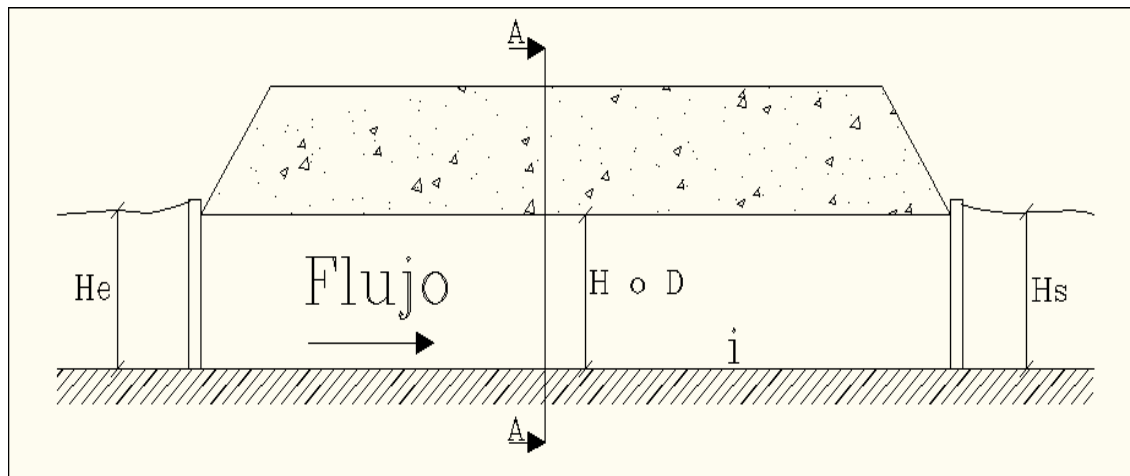
Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

De acuerdo a investigaciones en alcantarillas circulares o abovedadas deben adoptarse espesores de terraplén en el orden de 0.50 m a 0.60 m, para obtener estructuras resistentes y económicas.

#### 6.5.4.2 Dimensiones mínimas de alcantarillas.

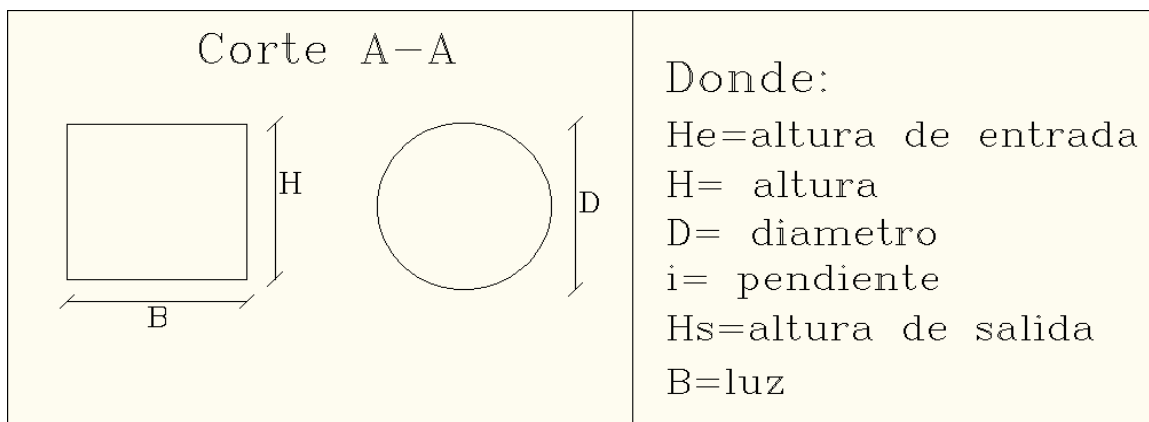
De acuerdo a experiencias la dimensión mínima de una alcantarilla no debe ser inferior a 1 m, ya que debe permitir el fácil mantenimiento de estas estructuras sometidas a la erosión, obstrucciones, entre otras.

**Grafico 6.13. Corte Longitudinal de una Alcantarilla**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

**Grafico 6.13. Detalle de una Alcantarilla.**



Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.

#### 6.5.4.3 Tipología de alcantarillas.

Hay diversos tipos de alcantarillas, las más usadas en nuestro país son: las circulares y las rectangulares, las primeras para caudales reducidos y las segundas para caudales significativos; en otros países se utilizan con más frecuencia las abovedadas y las ovaladas, teniendo excelentes resultados desde el punto de vista estructural y de capacidad de descarga.

A continuación se presentan tipos de alcantarillas y en que se usan:

**Grafico 6.14. Tipos de Alcantarillas.**

Tipo	Seccion	Materiales
Rectangular		Hormigon, Madera, Mamposteria
Circular		Hormigon, Metalica Corrugada
Abovedada		Metalica
Ovalada		Metalica Corrugada
Boveda		Hormigon, Mamposteria, Hormigon–Mamposteria

Fuente: Ing. Alex Suarez, Drenaje Superficial y Subterráneo, 2001.



#### 6.5.4.4 Diseño de alcantarillas.

##### 6.5.4.4.1 *Caso Particular.*

En el proyecto en la abscisa 2+450 tenemos una zanja con un flujo de agua, este flujo corta a la vía del proyecto transversalmente, de tal forma que hay que colocar una alcantarilla transversal, tomando en cuenta que no es mayor el flujo y metros hacia el norte siguiendo el flujo está colocada una alcantarilla transversal, la misma que es de sección circular, metálica corrugada, esta se encuentra a 0.60 m de la rasante actual por donde está este paso; la distancia entre la parte superior de la alcantarilla y la rasante del paso es de 0.65 m, que como se dijo antes esta en el mínimo para que esta resista la carga del terraplén y de los vehículos de la vía, esta distancia está hecha con muros de gaviones para dispersar los esfuerzos que van a la alcantarilla. Esta alcantarilla metálica corrugada está en perfecto estado, de tal forma que en el proyecto a estudio nos acogemos a colocar una alcantarilla del mismo material por donde pasa la vía cortando a este flujo de la zanja y la única sugerencia que se puede dar para un mejor funcionamiento es colocar entre la parte superior de la alcantarilla y el terraplén hormigón ciclópeo para dar garantía al funcionamiento de la alcantarilla.

Por otro lado la empresa **Novacero** fabrica estas alcantarillas y se llaman **Alcantarillas Encajables Armico**, las mismas que tienen un diámetro de 1.52 m hasta 1.82 m, se las sujeta con grapas de acero galvanizado, la carga viva de diseño es HS 20-44, la altura mínima para el relleno es de 0.40 m.

A continuación indicamos fotos de la alcantarilla antes mencionada:



**Fotografía 6.3. Detalle de Alcantarilla Transversal Existente.**



Fuente: Los Autores.

**Fotografía 6.3. Detalle de Alcantarilla Transversal Existente.**



Fuente: Los Autores.





## 6.6 CONCLUSIONES.

- La Avenida Escalón 3, por ser una vía de tipo urbano, tendrá caudales mínimos de aportación a la misma, por tal motivo tendrá los valores normados por el EPMAPS-Q para la altura de los bordillos que ya incluyen a las cunetas será 18 cm y ira a todo lo largo de la vía.
- La vía del proyecto tiene su mayor parte consolidada, es decir, que tiene definido el ancho de vía, bordillos y sistema de alcantarillado, por tal motivo se acoplo los pozos faltantes donde sea necesario y sumideros a la misma. En los lugares donde no está consolidado se opto por la construcción de un sistema de alcantarillado pluvial que incluye pozos, tubería y sumideros, que servirán para desalojar el agua de la vía cuando haya precipitaciones.



## **CAPÍTULO 7.**

### **7. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

#### **7.1 ANTECEDENTES.**

El proyecto vial de la Avenida Escalón 3, está en primera instancia proyectado para brindar un alivio al tráfico pesado que constantemente accede al parque industrial ubicado al sur de la ciudad de Quito, así como también conectar las dos avenidas perimetrales principales del distrito, la Nueva Avenida Occidental y la Avenida Simón Bolívar.

Es así como, el presente proyecto que es de vital importancia para los moradores más próximos al sector, requiere y es necesaria la realización de un Estudio de Impacto Ambiental, que garantice el uso racional de los recursos naturales y mejore las condiciones de vida de la población beneficiada.

El Estudio de Impacto Ambiental, se hace considerable ante la necesidad de incorporar consideraciones ambientales dentro de los métodos tradicionales para la evaluación de proyectos, etapa de factibilidad y finalmente el diseño definitivo, para con este importante respaldo demostrar que el proyecto será viable combinando la parte técnica, económica y ambiental.

Cabe señalar que el objetivo principal que promueve la realización de un estudio de impacto ambiental es conseguir un desarrollo sustentable en la región donde se produce la inversión, por medio de diseños y alternativas constructivas adecuados, económicamente rentables y ambientalmente sustentables en el tiempo y en el espacio.



## 7.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

La Avenida Escalón 3, une transversalmente la Nueva Avenida Occidental con la Avenida Simón Bolívar a poblaciones de los barrios “Primavera del Sur” por el oeste y San Juan de Turubamba al Este, pertenecientes a la jurisdicción del cantón Quito, provincia de Pichincha.

Este eje vial tiene una longitud de 4.55 km con un ancho que varía desde los 12.89 m hasta los 20.40 m y geográficamente está ubicado entre las siguientes coordenadas:

- Barrio Primavera del Sur:	- Barrio San Juan de Turubamba:
E 493346.938	E 497406.117
N 9962009.947	N 9961367.252

## 7.3 DELIMITACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LA ZONA DE INFLUENCIA AMBIENTAL.

La zona de influencia ambiental que se ve involucrada por la construcción de la Avenida Escalón 3 está determinada por la base geográfica en la que se desarrolla el proyecto vial; en ella se considera el piedemonte occidental, partiendo del Barrio Primavera del Sur y de allí en dirección Este comprendiendo zonas residenciales hasta la avenida Maldonado, que en adelante se torna de manera marcada la zona del parque industrial, que contrasta también con ciertos proyectos de vivienda que al momento se encuentran en su fase constructiva.

Así llega a las faldas orientales comprendidas por tierras agrícolas y un pequeño porcentaje de ganadería, que conducen al final del proyecto llegando así a la Avenida Simón Bolívar.

En relación al trayecto de la Avenida Escalón 3, la zona ambiental del proyecto compromete los territorios de las vertientes occidental y oriental de la siguiente forma:



## **VERTIENTE OCCIDENTAL**

La zona de influencia ambiental se extiende desde los barrios “EL Rocío de Guamaní” y “La Trinidad” al norte, hasta los barrios “La Compañía” y “La Florencia” al sur.

Esta zona abarca las depresiones del piedemonte occidental de Quito. El vertiente occidental termina en la parte céntrica de Quito con la Avenida Maldonado e involucrando también en esta zona a los barrios “Santo Thomas” por el norte y “Valle Hermoso” hacia el sur.

## **VERTIENTE ORIENTAL.**

Se extiende desde la zona del parque industrial del sur de Quito, empezando así con la fábrica “Eternit”, los barrios “El Garrochal”, “San Juan de Turubamba” por el norte, y el barrio “El Cisne” hacia el sur.

Termina así el recorrido de la vía dirigiéndose hacia la parte oriente en la intersección con la Avenida Simón Bolívar.

De acuerdo a esta delimitación, la zona de influencia ambiental del proyecto vial tiene una superficie aproximada de 10.56 kms<sup>2</sup> (1056 has.).

### **7.3.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA AMBIENTAL (AIDA).**

Se define como el área afectada debido a las actividades de construcción, operación y mantenimiento del proyecto vial, que se concentra en gran parte en el derecho de vía. Para su dimensionamiento se ha considerado un corredor con anchos que van desde los 12.89 m hasta los 20.40 m, a lo largo de la carretera de longitud 4.55 Km, lo que determina un área de influencia directa de 105 has.

A esta superficie se debe agregar los siguientes espacios:

Sitios de bote = 1 has.



Área de campamentos y talleres de mantenimiento y bodega = 1 has.

Con lo que el Área de Influencia Directa Ambiental es de **107 has.**

### **7.3.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA.**

El área de influencia indirecta está determinada por los cambios socioeconómicos que genera la rehabilitación del tramo vial y sobre los efectos que estos cambios generarán sobre los ecosistemas. Entre los efectos negativos en el área de influencia indirecta, que producirá la construcción de la carretera se puede mencionar la presión sobre los recursos naturales, cambios en el uso del suelo, reducción del hábitat de vida silvestre y el agotamiento de la frontera agrícola. Sin embargo, esta área también concentra los mayores beneficios económicos y sociales, relacionados con la generación de empleo, reducción de los costos de transportación, aumento del valor de la tierra, entre otros.

La superficie del Área de Influencia Indirecta abarca la zona de influencia ambiental del proyecto vial, menos el área de influencia directa ambiental, es decir una extensión de 949 has.

## **7.4 LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE.**

### **7.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA.**

#### **7.4.1.1 Geología y morfología.**

El sector del proyecto y el distrito en general se encuentran ubicados principalmente sobre la meseta de Quito, que forma parte de la Hoya de Guayllabamba, la cual está emplazada en las faldas orientales del Pichincha, en la Cordillera Occidental de los Andes septentrionales del Ecuador.

En el Capítulo II que concierne al Estudio Geológico, se detallan a profundidad la Geología y Morfología de la zona del proyecto.



#### 7.4.1.2 Clima.

El clima en los Andes cambia según la altitud y el tiempo del año, Quito corresponde al clima templado de montaña debido a que está ubicado en un estrecho valle a una altura entre 2850 y 3100 m.s.n.m.

El clima de Quito se divide en dos a través del año; el invierno con un período de lluvias prolongado de 8 meses y una estación seca de cuatro meses donde se presentan las temperaturas más altas. La temperatura anual promedio va de 10 a 26 °C.

Una de las características principales del clima en la zona es la corta duración de la estación seca, que dura aproximadamente 4 meses durante los meses de junio a septiembre, en la cual las precipitaciones no superan los 70 mm de agua en promedio, siendo julio y agosto los meses más cálidos con 20 mm en promedio.

El resto del año, es decir de Octubre a Mayo, corresponde a la temporada de lluvias conocida como invierno, en la cual el promedio de precipitación llega hasta 123 mm, teniendo a los meses más húmedos como marzo 150 mm y abril 170 mm. En esta época del año las montañas y cerros que rodean la ciudad se cubren de nieve y son más frecuentes las granizadas.

Es importante acotar que la ciudad de Quito, a pesar de estar ubicada a una altura considerable de 2850 m.s.n.m. cuenta con un clima primaveral la mayor parte del año, por estar ubicada cerca de la mitad del mundo.

**Cuadro 7.1. Ubicación Geográfica de la Estación Meteorológica.**

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN
Izobamba - Santa Catalina.	0°21'45" S	78°33'11" W	3058

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

Para el análisis del clima de este estudio se tomaron los datos de la estación meteorológica Izobamba en Santa Catalina (INIAP) y fueron promediados y graficados y así permitir interpretar cómo va evolucionando el clima durante el año.

En el Cuadro 7.1 se presenta la Ubicación Geográfica de la Estación Meteorológica Izobamba y seguidamente en el Cuadro 7.2, los datos de temperatura obtenidos de la misma.

### Cuadro 7.2. Temperaturas Medias: Anual, Mínima y Máxima.

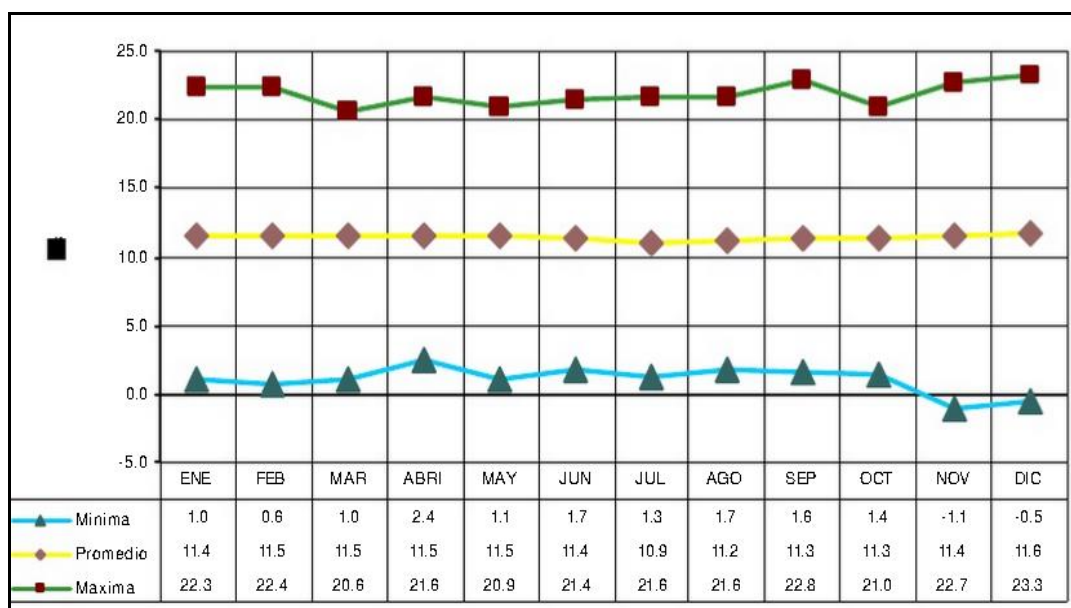
#### Estación Izobamba-Santa Catalina.

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA (°C)
14.1	23.3	-1.1

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

En el año la temperatura mensual promedio es bastante estable, no existe variaciones extremas de cambios de temperatura de un mes a otro. La temperatura más baja durante todo el año se registra en el mes de noviembre y la más alta en diciembre. En el Gráfico 7.1 se indica cómo varía la temperatura durante el año:

#### Gráfico 7.1. Temperaturas Promedio Mensual Estación Izobamba-Santa Catalina.

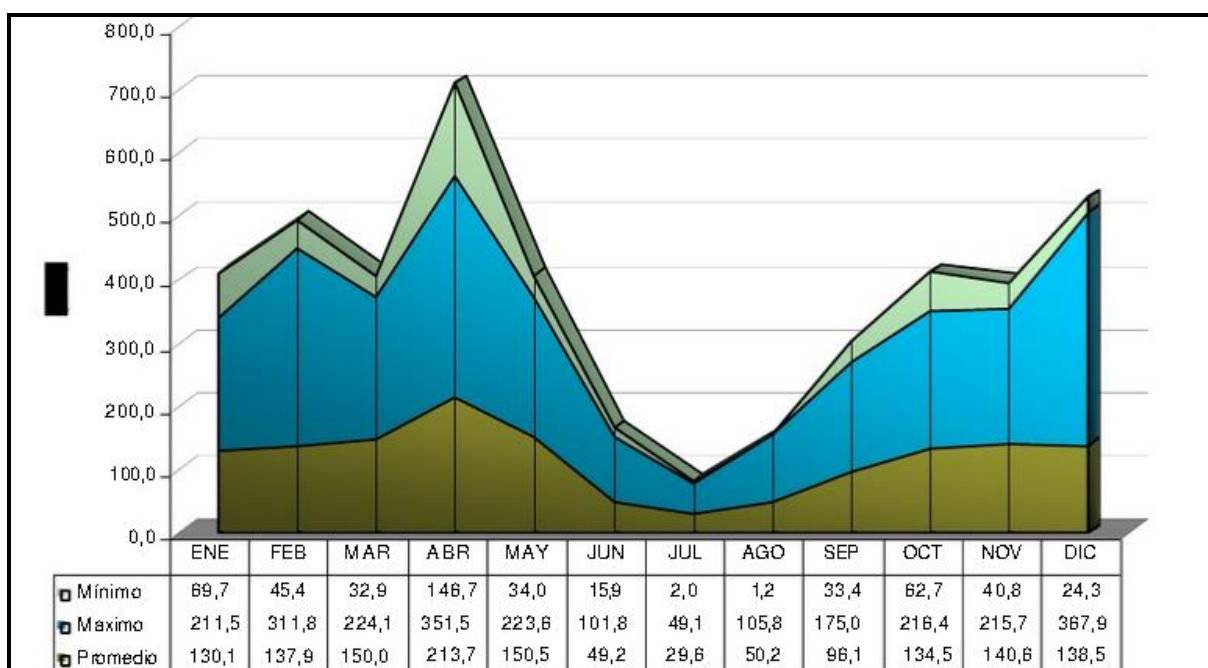


Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

### 7.4.1.3 Precipitación.

La precipitación anual en la estación Izobamba – Santa Catalina es de aproximadamente 1421 mm. Durante el año se registra una época seca y otra de lluvias. La época seca comprende los meses de junio, julio y agosto como se observa en el Gráfico 7.2 el mes más lluvioso es abril con una precipitación promedio de 351,5 mm y el mes más seco es julio con una precipitación promedio de 49,1 mm.

**Gráfico 7.2. Precipitación Promedio Mensual Estación Izobamba-Santa Catalina.**



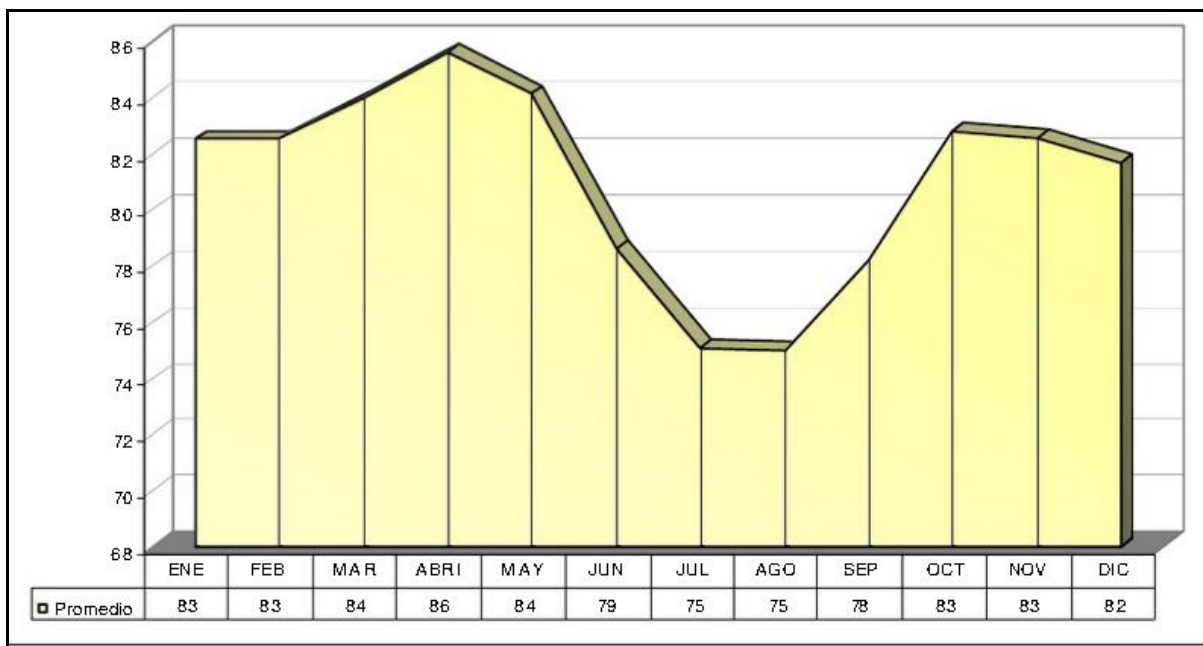
Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

### 7.4.1.4 Humedad relativa.

La humedad relativa en la zona es media ya que tiene un valor promedio anual del 81%, el período donde la humedad relativa es baja corresponde a los meses de julio y agosto como se ve en el Gráfico 7.3, y son los meses que corresponden a la época seca.



**Gráfico 7.3. Humedad Relativa Promedio Mensual Estación Izobamba-Santa Catalina.**



Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

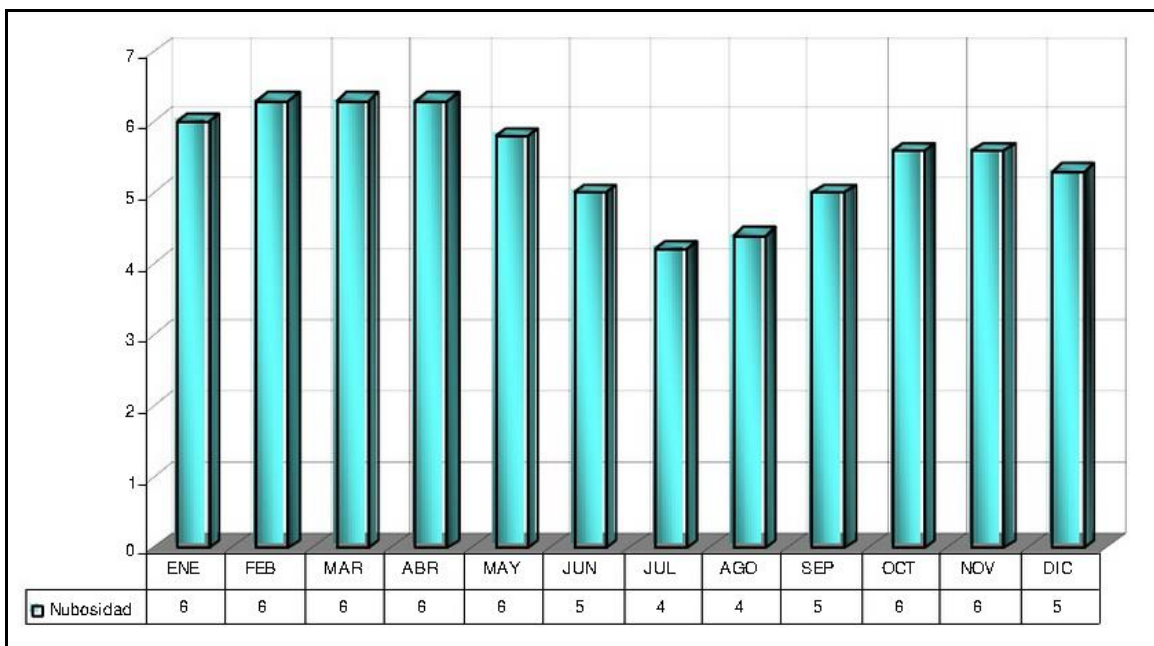
#### 7.4.1.5 Nubosidad.

La nubosidad es la fracción de cielo cubierto con nubes, en un lugar en particular.

Según las normas meteorológicas actuales, la nubosidad se expresa en octas, u octavos de la bóveda celeste. Ésta es dividida en 8 partes por el operador, quien evalúa entonces el número de esas partes que están cubiertas por las nubes. De este modo se puede estimar el rango de visibilidad del observador.

Para el caso de la Estación Izobamba-Santa Catalina la nubosidad promedio anual es de 6 octavos. La nubosidad es bastante estable durante todo el año, los meses con nubosidad más baja son julio y agosto y esto se debe a que son los meses de menor precipitación en el año, como se puede observar a continuación en el Gráfico 7.4.

**Gráfico 7.4. Nubosidad Promedio Mensual Estación Izobamba-Santa Catalina.**



Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

#### 7.4.1.6 Vientos.

En el Cuadro 7.3 se presentan los datos de velocidad media del viento en la estación meteorológica Izobamba – Santa Catalina.

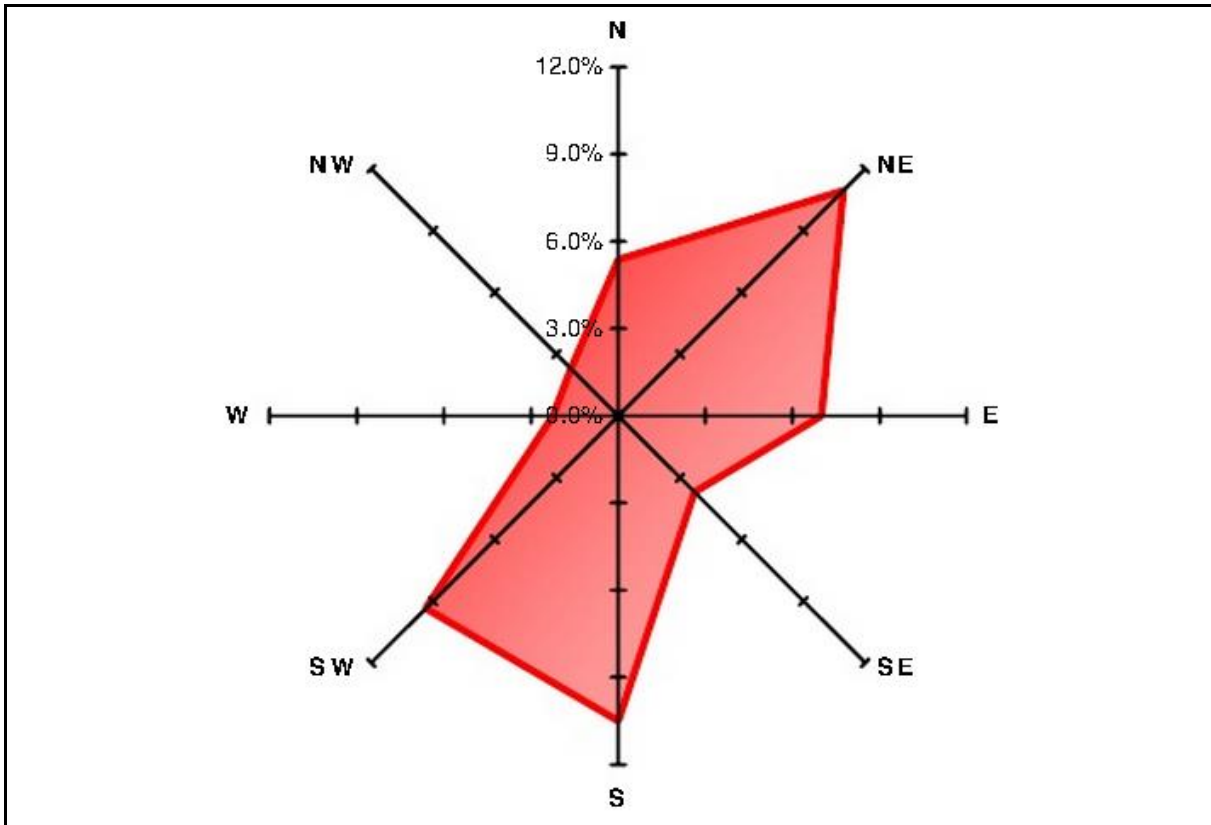
**Cuadro 7.3. Velocidad Media y Máxima Anual del Viento Estación Izobamba-Santa Catalina.**

VELOCIDAD MEDIA ANUAL (m/s)	DIRECCION	VELOCIDAD MÁXIMA ANUAL (m/s)
20.7	NE	25

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

Para complementar la información de la dirección del viento se presenta a continuación en el Gráfico 7.5 la Rosa de los Vientos indicando la dirección del viento en la zona:

**Gráfico 7.5. Distribución Porcentual de la Dirección del Viento Estación Izobamba Santa Catalina.**



Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

De acuerdo al grafico anterior podríamos concluir claramente que el viento en esta zona no tiene una dirección muy marcada, pero a pesar de eso, se puede concluir que la dirección predominante es hacia el Sur y Noreste.

#### 7.4.1.7 Evaporación.

En el Cuadro 7.4 se observa los valores de evapotranspiración media, máxima y mínima durante todo el año:

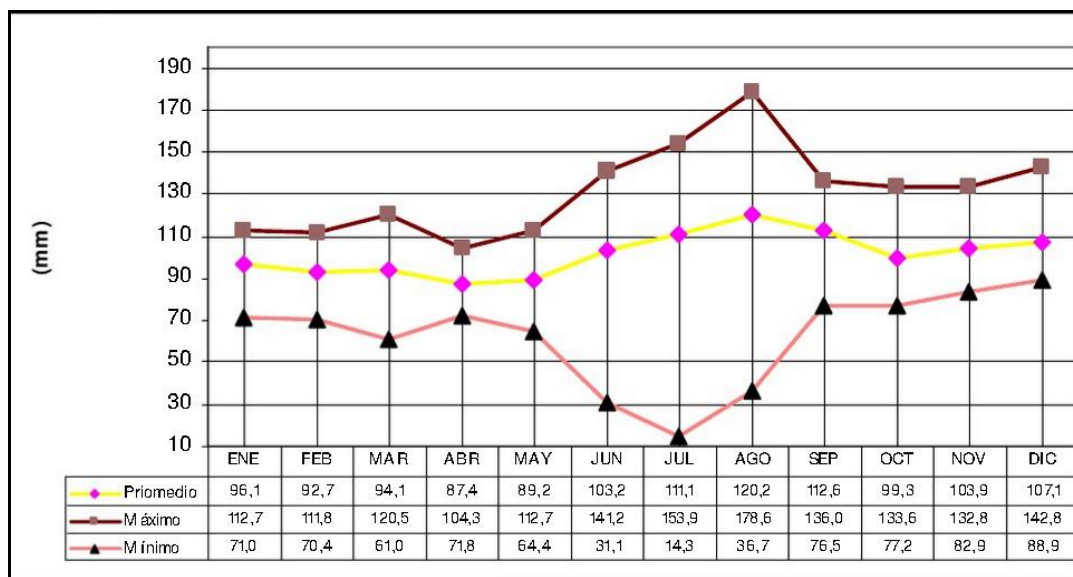
**Cuadro 7.4. Evapotranspiración Media, Máxima y Mínima Estación Izobamba-Santa Catalina.**

EVAPOTRANSPIRACIÓN PROMEDIO (hPa)	EVAPOTRANSPIRACIÓN MÁXIMA (hPa)	EVAPOTRANSPIRACIÓN MÍNIMA (hPa)
101.39	178.60	14.30

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.

A continuación se puede observar mediante el Gráfico 7.6 que fue realizado con los datos de evapotranspiración que los menores valores corresponden al periodo de junio a septiembre, especialmente julio y la mayor evapotranspiración se produce en el mes de agosto:

**Gráfico 7.6. Evapotranspiración Estación Izobamba-Santa Catalina.**



Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, 2000.



## **7.4.2 CARACTERIZACIÓN BIÓTICA.**

### **7.4.2.1 Flora y vegetación.**

El Ecuador, país biodiverso, es dueño de aproximadamente 18.000 especies de plantas conocidas por la ciencia.

La proximidad de la ciudad de Quito a la línea ecuatorial y la gran variación en altitud (desde la cima del guagua Pichincha, hasta el bosque húmedo del noroccidente) es el motivo para que un alto porcentaje de las plantas vasculares del Ecuador se encuentren en Quito y sus alrededores. Muchas de esas plantas todavía sobreviven en las quebradas y en las riberas de los ríos que atraviesan la ciudad y los valles, en lotes baldíos, en ciclo-vías, en los parques Metropolitanos y en otros espacios verdes incluyendo el tramo que atraviesa la Avenida Escalón 3.

Hoy en día en la ciudad de Quito existe una gran variedad de tipos de vegetación, diferenciados de acuerdo al tipo y la localización de los espacios urbanos, así como por los objetivos asignados a la cubierta vegetal por parte de los habitantes de cada sector.

Cada área posee también un potencial específico para sembrar y mantener vegetación en el futuro.

El tipo, la cantidad y localización de la vegetación en Quito, junto con elementos artificiales de la ciudad (edificios, infraestructura de servicios, sistema de calles, etc.) se combinan para definir la estructura y composición del ecosistema forestal urbano.

El presente estudio de la flora en la zona del proyecto se realizó en base a la metodología de las Evaluaciones Ecológicas Rápidas, esta metodología está diseñada para investigar ecosistemas y planificar su conservación utilizando procesos y métodos que permitan obtener información rápidamente y de forma general para un área determinada.

El reconocimiento breve de la caracterización del componente vegetal que se mantiene en el área de influencia del proyecto a lo largo del eje vial, se realizó mediante la revisión de información bibliográfica y visitas de campo para registros por observación directa y



fotográfica. En el Anexo 7.1 y Anexo 7.2 se aprecia una fotografía panorámica del eje vial al inicio del proyecto y al final del proyecto respectivamente.

En el inicio del proyecto se asientan manzanas completas de viviendas, sin embargo a partir de la abscisa 0+800 el paisaje empieza a tornarse cultivable, presentan extensiones de sembríos en los terrenos traseros de las viviendas correspondientes al paso del eje vial, con sembríos predominantes de *Solanum tuberosum* (Papa), *Zea mays* (Maíz), también se registran algunas plantaciones de árboles forestales de: *Pinnus radiata* (Pino) y *Eucaliptus globulus* (Eucalipto).

Además, los sembríos se contrastan con pequeñas áreas terrenos baldíos en ciertos lugares específicos.

Desde la parte central del proyecto hasta llegar al final del tramo vial, desde la abscisa 2+500 los tipos de vegetación que predominan dentro de estos sistemas ecológicos son los pastizales intercalados con las plantaciones de *Eucalyptus-globulus* (Eucalipto), tornándose más denso en los últimos 500 m de vía, llegando a la intersección con la Avenida Simón Bolívar.

#### **7.4.3 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y DEMOGRÁFICA.**

La caracterización del componente socioeconómico tiene como finalidad, evaluar las condiciones sociales en las que se encuentran los poblados involucrados a lo largo del eje vial.

La construcción de la Avenida Escalón 3 reviste gran importancia no sólo por los aspectos productivos del parque industrial, sino también por el desarrollo urbano que crece aceleradamente.

La Avenida Escalón 3 atraviesa una zona heterogénea, caracterizada por la combinación de actividades productivas, tales como la agricultura, la ganadería e industrias de material para la construcción tales como las fábricas Eternit y Novacero.



#### **7.4.4 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL.**

Evaluación de Impacto Ambiental considera el conjunto de recursos ambientales como sujetos de afectación, y a las actividades desarrolladas por la construcción y mantenimiento de la vía como causantes directos o indirectos de los impactos ambientales.

La metodología para la Evaluación de Impactos Ambientales se basa en el análisis matricial de revisión de causas - efectos, que permite la identificación, clasificación y valoración de los principales impactos ambientales generados por el proyecto.

La matriz utilizada para la evaluación de impactos ambientales incluye en las columnas un listado de las actividades principales en este tipo de proyectos y en las filas un listado descriptivo de los impactos ambientales característicos, que estos proyectos generan.

De acuerdo a las listas de chequeo elaboradas para la evaluación de proyectos viales, los recursos ambientales están expuestos y es previsible que sufran los siguientes impactos negativos:

#### **MEDIO FÍSICO.**

##### **Aire.**

- Contaminación por emisión de polvo, partículas de humo y gases derivados de la quema de combustibles.
- Contaminación por ruido, vibración y detonaciones.

##### **Suelo.**

- Deterioro por erosión y compactación de suelos.
- Deterioro por procesos de inestabilidad, deslizamiento y movimientos en masa de taludes y laderas.



- Deterioro de drenajes naturales por socavación.

#### **Agua.**

- Contaminación por vertidos líquidos contaminantes.
- Contaminación por sedimentación e incremento de la turbidez.

### **MEDIO BIÓTICO.**

#### **Flora.**

- Deforestación y remoción de la cobertura vegetal
- Contaminación por desechos sólidos y líquidos.

#### **Fauna.**

- Reducción de poblaciones
- Fragmentación y alteración de los hábitats.

### **MEDIO PERCEPTUAL.**

- Deterioro por alteración geomorfológica y pérdida de vegetación.

### **MEDIO CONSTRUIDO.**

- Afectación de cultivos próximos al derecho de vía.
- Interrupciones en el flujo vehicular y demoras en los tiempos de viaje de los usuarios viales.





- Afectación de propiedades.
- Expansión de la frontera agrícola.

Para ver en detalle las afectaciones causadas por la implementación del proyecto, se puede referir a los Anexos 7.3, donde es fácil observar los datos completos de propietarios, áreas de afectación, avalúos, etc.

Las actividades de construcción, operación y mantenimiento de la vía, que pueden causar impactos ambientales directos e indirectos son:

#### **ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.**

- Instalación y operación de campamentos, talleres y depósito de combustibles.
- Operación de maquinaria, equipo, transporte y acarreo.
- Transporte y disposición final de material sobrante.
- Construcción de obras de drenaje.

#### **ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

- Circulación del tráfico vehicular.
- Limpieza de derrumbes, reposición y compactación de capa de rodadura.



El proceso de evaluación, seguido mediante el análisis matricial, permite la revisión de los efectos producidos por cada actividad, la selección de los impactos ambientales más significativos y su valoración, en términos cualitativos y cuantitativos.

El sistema de valoración de los impactos se basa en un método de puntaje/ponderación de las características de los impactos en cuanto a magnitud, extensión y duración, criterios que son calificados en términos cualitativos de acuerdo a categorías propias de cada uno de ellos.

Estos factores reciben un valor que determina el grado de afectación de cada uno de los impactos evaluados, conforme al Cuadro 7.5.

**Cuadro 7.5. Valoración Cualitativa y Cuantitativa de los Impactos Ambientales Negativos.**

FACTOR DE MEDICIÓN	VALORACION CUALITATIVA	PUNTUACION DEL IMPACTO
MAGNITUD	BAJA	1-2
	MEDIA	3-5
	ALTA	6-10
EXTENSION	PUNTUAL	1-2
	LOCAL	3-5
	REGIONAL	6-10
DURACION	MOMENTANEA	1-2
	TEMPORAL	3-5
	PERMANENTE	6-10

Fuente: Los Autores.

Para cuantificar el valor de Impacto Ambiental se usará la siguiente ecuación que relaciona la importancia y la magnitud de impacto ambiental ya sean estos de carácter positivo o negativo de modo que en la Matriz 7.6 observamos el valor del impacto para cada interacción.

$$\text{Valor del Impacto} = \pm(\text{Importancia} \times \text{Magnitud})^{0.5}$$



### Matriz 7.1 Carácter del Impacto Ambiental.

#### Matriz Causa Efecto – Identificación de Impactos Ambientales.

#### Estudio de Evaluación de Impactos Ambientales de la Avenida Escalón 3.

CODIGO	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	FASE DE CONSTRUCCION												FASE DE OPERACIÓN								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6		
				Movimiento de tierras	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Vertidos	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Incremento de la mano de obra	Expropiación de terrenos	Construcción de zonas de servicios y campamentos	Asfaltado y hormigonado superficiales	Señalización y comunicación de las actividades en el proyecto	TOTAL	Regulación del trafico de rodado de servicio público	Regulación del trafico de rodado de servicio privado	Mantenimiento vial	Aumento de la accesibilidad	Generación y permanencia de comercios	Generación de nuevas urbanizaciones	TOTAL	
AB1	ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	-1		-1	-1	-1	-1	-1			-1	-1		-8	-1	-1					-2	
AB2			Nivel Sonoro	-1	-1	-1	-1		-1							-5	-1	-1			-1		-3	
AB3		SUELO	Calidad del suelo		-1								-1	-1		-3							0	
AB4			Compactación y asentamientos	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-1		-8								0	
AB5			AGUA	Recursos hídricos		-1								-1			-2							0
BI1	BIOTICO	FLORA	Cobertura vegetal	-1												-1							0	
BI2		FAUNA	Aves													0							0	
AN1	ANTROPICO	Medio Percentual	Naturalidad		-1	-1	-1		-1	-1			-1	-1		-7							0	
AN2			Vista panorámica y paisaje	-1					-1	-1			-1	-1		-5	1						1	
AN3		Infraestructura	Red Vial		-1	-1	-1		-1							-4		1					1	
AN4			Accesibilidad	-1	-1	-1	-1		-1							-5	1	1					2	
AN5			Red de energía electrica													0							0	
AN6			Sistema de saneamiento	-1			-1						-1			-3							0	
AN7			Sistema de agua de consumo		-1		-1									-2							0	
AN8		Usos de territorio	Sistema general de ordenamiento territoial								1	1			1		3	1				1	1	3
AN9			Suelo comercial	-1	-1	-1			-1		-1	-1		1		-5				1	1		2	
AN10			Fuentes de materiales de construcción	-1	-1								-1		1		-2						0	
AN11		Humanos	Calidad de vida	-1	-1	-1	-1		-1	1	-1	-1	-1	-1		-6	1	1		1	1		4	
AN12			Tranquilidad	-1	-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-9			1	1	1		5	
AN13			Salud y seguridad			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-6			1		1		2
AN14			Condiciones de circulación		-1	-1	-1	-1	-1	-1			-1	-1	1	-7	1	1	1	1				4
AN15			Accesibilidad transversal	-1	-1	-1	-1	-1	-1							-6	1			1			2	
AN16		Economía y Población	Producción					-1				-1	-1			-3				1	1	1	3	
AN17			Empleo								1					1					1	1	2	
AN18			Densidad								-1					-1	1				1	1	3	
AN19			Movimientos migratorios									-1	-1			-2					1	1	2	
AN20			Demografía									-1				-1					1		1	2
AN21			Núcleos Poblacionales									-1		-1		-2	1	1		1	1	1	5	
AN22			Beneficios Económicos								1	-1	1	1		2				1	1	1	3	
AN23			Economía Local									1	-1	1	1	2				1		1	2	
AN24			Cambios en el valor del suelo									-1			1	0				1	1	1	3	
AN25			Estructura de la propiedad													0					1	1	2	
AN26			Relaciones sociales									-1	-1			-2				1	1	1	3	
NUMERO DE IMPACTOS SEGUN COLUMNAS				-11	-14	-12	-12	-6	-6	-12	0	-10	-14	-3	3	-97	7	4	3	12	13	12	51	

Fuente: Los Autores.

**Matriz 7.2 Calificación de la Extensión.****Matriz Causa Efecto – Identificación de Impactos Ambientales.****Estudio de Evaluación de Impactos Ambientales de la Avenida Escalón 3.**

CODIGO COMPONENTE		SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	FASE DE CONSTRUCCION												FASE DE OPERACIÓN					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
AB1	ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	6																	
AB2			Nivel Sonoro	3	1	2	5			1											
AB3		SUELO	Calidad del suelo			7						2	6								
AB4			Compactacion y asentamientos	2	3	5	6		3	2		1	1								
AB5		AGUA	Recursos hídricos			1							2								
BI1	BIOTICO	FLORA	Cobertura vegetal	3																	
BI2		FAUNA	Aves																		
AN1	ANTROPICO	Medio Percentual	Naturalidad		5	2	3		6	6			1	3							
AN2			Vista panorámica y paisaje	5					1	4			2	7		6					
AN3		Infraestructura	Red Vial		3	3	4			7							8				
AN4			Accesibilidad	2	4	4	3			5					7	7					
AN5			Red de energía electrica																		
AN6			Sistema de saneamiento	5			5					7									
AN7			Sistema de agua de consumo		5		5														
AN8		Usos de territorio	Sistema general de ordenamiento terroitoal							1	1			2		6			7	4	
AN9			Suelo comercial	5	3	4			2		7	3	1					6	4		
AN10			Fuentes de materiales de construccion	1	2								2	2							
AN11		Humanos	Calidad de vida		6	6	7			4	4	4	3	2		6	4		3	3	
AN12			Tranquilidad	2	2	2		3	3	2	3	2	2	3	1	5	5	6	7	4	
AN13			Salud y seguridad			3	4	5		5	5	5	5	5	5				3	3	
AN14			Condiciones de circulación		2	2	2	4	5	1	6		7	2	3	4	4	5	6		
AN15			Accesibilidad transversal	1	5	6	7	6		6						5			5		
AN16		Economía y Población	Produccion					3				2	2					3	3	3	
AN17			Empleo							2									4	7	
AN18			Densidad							2						6			3	6	
AN19			Movimientos migratorios								2	1								3	6
AN20			Demografía									1							1		7
AN21			Núcleos Poblacionales								1	3	9			6	2		1	5	7
AN22			Beneficios Econónicos								1	9	6	4					1	5	7
AN23			Economía Local								1	9	4	5					4		6
AN24			Cambios en el valor del suelo									9		3					7	1	5
AN25			Estructura de la propiedad																	6	6
AN26			Relaciones sociales										10	2					6	8	6

Fuente: Los Autores.



### Matriz 7.3 Calificación de la Duración.

Matriz Causa Efecto – Identificación de Impactos Ambientales.

Estudio de Evaluación de Impactos Ambientales de la Avenida Escalón 3.

CODIGO	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	FASE DE CONSTRUCCION												FASE DE OPERACIÓN					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
				Movimiento de tierras																	
				Preparación de materiales																	
				Transporte de materiales																	
				Movimiento de maquinaria pesada																	
				Vertidos																	
				Deposito de materiales																	
				Circulación de vehículos																	
				Incremento de la mano de obra																	
				Expropiación de terrenos																	
				Construcción de zonas de servicios y campamentos																	
				Asfaltado y hormigonado superficiales																	
				Señalización y comunicación de las actividades en el proyecto																	
														</							

Fuente: Los Autores.



### Matriz 7.4 Calificación de la Importancia.

Matriz Causa Efecto – Identificación de Impactos Ambientales.

Estudio de Evaluación de Impactos Ambientales de la Avenida Escalón 3.

CODIGO	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	FASE DE CONSTRUCCION												FASE DE OPERACIÓN					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
AB1	ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	7	5	7	6	6	6				4	6		4	7				
AB2			Nivel Sonoro	4	4	5	6	7	5	7						6	6			5	6
AB3			Calidad del suelo		5								4	3							
AB4		SUELO	Compactación y asentamientos	5	4	5	5	6	7	4			6	6							
AB5		AGUA	Recursos hídricos		5								7								
BI1	BIOTICO	FLORA	Cobertura vegetal	5																	
BI2		FAUNA	Aves																		
AN1	ANTROPICO	Medio Percentual	Naturalidad		7	4	5	7	6	9			3	5							
AN2			Vista panorámica y paisaje	7					4	3			4	3		6					
AN3		Infraestructura	Red Vial		5	4	6			5							6				
AN4			Accesibilidad	3	4	5	3			3						5	7				
AN5			Red de energía eléctrica																		
AN6			Sistema de saneamiento	2			3						2								
AN7		Usos de territorio	Sistema de agua de consumo		5		6														
AN8			Sistema general de ordenamiento territorial								6	7	3	2		8			7	6	
AN9			Suelo comercial	5	4	3			2			5	3	5					5	7	
AN10			Fuentes de materiales de construcción	4	5								3	5							
AN11		Humanos	Calidad de vida		4	6	7			5	4	6	7	3		7	8		8	7	
AN12			Tranquilidad	5	5	6	4	3	3	4	6	3	7	6	5	7	6	5	8	5	
AN13			Salud y seguridad			5	6	6		7		5	4	4	5			8	8		
AN14			Condiciones de circulación		5	5	6	7	3	5	8		3	4	7	7	6	7	8		
AN15			Accesibilidad transversal	5	6	6	7	4	3							6			7		
AN16		Economía y Población	Producción					3				2	3						5	6	7
AN17			Empleo								2								8	7	
AN18			Densidad							3						7			5	7	
AN19			Movimientos migratorios								2	6								4	6
AN20			Demografía									8							8		6
AN21			Núcleos Poblacionales								3	2	4			7			5	7	8
AN22			Beneficios Económicos								2	2	2	2					7	8	6
AN23			Economía Local							1	4	4		5					5		5
AN24			Cambios en el valor del suelo								7			5					8	7	8
AN25			Estructura de la propiedad																8		6
AN26			Relaciones sociales								6	2							7	6	8

Fuente: Los Autores.



### Matriz 7.5 Calificación de la Magnitud.

Matriz Causa Efecto – Identificación de Impactos Ambientales.

Estudio de Evaluación de Impactos Ambientales de la Avenida Escalón 3.

CODIGO	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	FASE DE CONSTRUCCION												FASE DE OPERACIÓN					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
			Movimiento de tierras	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Vertidos	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Incremento de la mano de obra	Expropiación de terrenos	Construcción de zonas de servicios y campamentos	Asfaltado y hormigonado superficiales	Señalización y comunicación de las actividades en el proyecto	Regulación del trafico de rodado de servicio publico	Regulación del trafico de rodado de servicio privado	Mantenimiento vial	Aumento de la accesibilidad	Generación y permanencia de comercios	Generación de nuevas urbanizaciones
AB1	AIRE	Calidad del aire	8	6	7	6	7	9				2	6		4	4				
AB2		Nivel Sonoro	6	7	7	8	8	8	6						6	7			3	4
AB3	SUELO	Calidad del suelo		3								4	3							
AB4		Compactación y asentamientos	5	3	5	4	4	3	8			5	8							
AB5	AGUA	Recursos hídricos	3									8								
BI1	BIOTICO	FLORA	Cobertura vegetal	6																
BI2		FAUNA	Aves																	
AN1	ANTROPICO	Medio Percentual	Naturalidad		8	8	6	7	5	6		4	3							
AN2			Vista panorámica y paisaje	2					3	2		5	4		6					
AN3		Infraestructura	Red Vial		8	4	6		5							6				
AN4			Accesibilidad	8	8	5	3		6						5	7				
AN5			Red de energía eléctrica																	
AN6			Sistema de saneamiento	6			3					1								
AN7			Sistema de agua de consumo		2		2													
AN8		Usos de territorio	Sistema general de ordenamiento territorial						4	5	6	7			4			5	4	
AN9			Suelo comercial	2	3	5		3		4	5	2						2	3	
AN10			Fuentes de materiales de construcción	5	4							3	2							
AN11		Humanos	Calidad de vida		5	3	4		4	4	4	6	7		4	2		3	3	
AN12			Tranquilidad	2	2	1	4	4	3	2	2	5	2	2	2	2	2	1	2	
AN13			Salud y seguridad			3	2	2	1		3	2	2	1			2	2		
AN14			Condiciones de circulación		9	4	6	1	1	8	2		2	2	4	3	3	2	2	
AN15			Accesibilidad transversal	9	3	6	2	2	9						6			3		
AN16		Economía y Población	Producción					2			2	1						2	2	2
AN17			Empleo							1								2	2	
AN18			Densidad							1					1			2	2	
AN19			Movimientos migratorios							1	2							4	6	
AN20			Demografía								2							2	2	
AN21			Núcleos Poblacionales							2	2	2			1			2	2	2
AN22			Beneficios Económicos							3	2	2	6					2	1	2
AN23			Economía Local							1	2	3	4					3		3
AN24			Cambios en el valor del suelo								2		4					2	2	2
AN25			Estructura de la propiedad															2	3	
AN26			Relaciones sociales								2	1						3	2	2

Fuente: Los Autores.





### Matriz 7.6. Calificación del Impacto Ambiental; Matriz Causa Efecto Identificación de Impactos Ambientales.

Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental de la Avenida Escalón 3.

CODIGO	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	FASE DE CONSTRUCCION												TOTAL	FASE DE OPERACION						TOTAL		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6			
				Movimiento de tierras	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Vertidos	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Incremento de la mano de obra	Explotación de terrenos	Construcción de zonas de servicios y campamentos	Asfaltado y homogeneizado superficial	Sellado y comunicación de las actividades en el proyecto		Regulación del tráfico de rodado de servicio público	Regulación del tráfico de rodado de servicio privado	Mantenimiento Vial	Aumento de la accesibilidad	Generación y permanencia de comercios	Generación de nuevas urbanizaciones			
AB1	AMBIENTE	AIRE	Calidad del aire	-7.48		-5.48	-7.00	-6.00	-6.48	-7.36			-2.83	-6.00		-48.62	-5.29						-5.29		
AB2			Nivel Sonoro	-4.90	-5.29	-5.92	-6.93			-6.48						-29.52	-6.48						-11.38		
AB3		SUELO	Calidad del suelo		-3.87									-4.00	-3.00		-10.87					-4.90			
AB4			Compensación y asentamiento	-5.00	-3.46	-5.00	-4.47		-4.58	-5.66				-5.48	-6.93		-40.58								
AB5		AGUA	Recursos hídricos		-3.87								-7.48			-11.36									
BI1	BIOTA	FLORA	Cobertura vegetal	-5.48												-5.48									
BI2		FALUNA	Aves																						
AN1	AMBIENTE	Medio Físico	Naturalidad		-7.48	-5.66	-5.48		-5.48	-7.36			-3.46	-3.87		-38.78									
AN2			Vista panorámica y paisaje	-3.74					-3.46	-2.45			-4.47	-3.46		-17.59							0.00		
AN3			Red Vial		-6.32	-4.00	-6.00			-5.00						-21.32							0.00		
AN4			Accesibilidad	-4.90	-5.66	-5.00	-3.00			-4.24						-22.80	7.00						7.00		
AN5		Infraestructura	Red de energía eléctrica													0.00									
AN6			Sistema de saneamiento	-3.46			-3.00						-1.41			-7.88									
AN7			Sistema de agua de consumo		-3.16		-3.46									-6.63									
AN8			Sistema general de ordenamiento territorial							4.90	5.92		3.74			14.56					4.90		4.90		
AN9		Uso de territorio	Suelo comercial	-3.16	-3.46	-3.87			-2.45			-4.47	-3.87	3.16		-18.13				4.58			4.58		
AN10			Fuentes de materiales de construcción	-4.47	-4.47								-3.00	3.16		-8.78									
AN11			Calidad de vida		-4.47	-4.24	-5.29			-4.47	4.00	-4.90	-6.48	-4.58		-30.44	4.00			4.58			8.58		
AN12			Tranquilidad	-3.16	-3.16	-2.45		-3.46	-3.00	-2.83	-3.46	-3.87	-3.74	-3.46	3.16	-29.45	3.46	2.24	2.83	3.16			11.69		
AN13	Humano		Salud y seguridad			-3.87	-3.46	-3.46		-2.65		-3.87	-2.83	-2.83	2.24	-20.74							0.00		
AN14			Condiciones de circulación		-6.71	-4.47	-6.00	-2.65		-6.32	-4.00		-2.45	-2.83	5.29	-30.14	4.24	3.74	4.00			11.98			
AN15			Accesibilidad transversal	-6.71	-4.24	-6.00	-3.74	-2.83		-5.20						-28.72							0.00		
AN16			Producción					-2.45				-2.00	-1.73			-6.18				3.46	3.74		7.21		
AN17	Economía y Población		Empleo								1.41					1.41					3.74		3.74		
AN18			Densidad								-1.73					-1.73					3.74		3.74		
AN19			Movimientos migratorios							-1.41	-3.46					-4.88					6.00		6.00		
AN20			Demografía								-4.00					-4.00							0.00		
AN21			Núcleos Poblacionales							-2.45		-2.83				-5.28					3.74	4.00	7.74		
AN22			Beneficios Económicos						2.45	-2.00	2.00	3.46				5.91				2.83	3.46		6.29		
AN23			Economía Local						1.00	-2.83	3.46	4.47				6.11							0.00		
AN24			Cambio en el valor del suelo							-3.74		4.47				0.73					3.74	4.00		7.74	
AN25			Estructura de la propiedad													0.00						4.24		4.24	
AN26			Relaciones sociales									-3.46	-1.41			-4.88					3.46	4.00		7.46	
IMPACTO SEGUN COLUMNAS				-52.47	-65.65	-55.96	-57.84	-20.85	-25.45	-59.99	0.70	-32.70	-52.02	-14.49	10.89	-426.04	6.93	5.98	6.83	29.57	36.93	0.00	86.24		
IMPACTOS				CANTIDAD												%	CANTIDAD								
ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS				1.00	1.00		1.00			2.00			1.00			4.00							0.00		
SIGNIFICATIVOS				5.00	4.00	6.00	6.00	1.00	3.00	5.00		1.00	2.00	3.00		27.00	2.00				1.00		10.34		
DESPRECIABLES				5.00	9.00	6.00	5.00	5.00	3.00	5.00	5.00	10.00	13.00	6.00		54.00							0.00		
BENEFICOS											5.00	1.00	2.00	6.00	3.00	13.00	4.00	2.00	2.00	6.00	10.00		86.66		
																100.00							100.00		

Fuente: Los Autores.





## **7.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.**

Una vez realizado el diagnóstico y evaluación del Impacto Ambiental producto de la realización de la Av. Escalón 3, es de gran importancia también realizar un correcto Plan de Manejo Ambiental del mismo.

El Plan de Manejo contempla la ejecución de acciones correctoras que contribuyan a minimizar y controlar los impactos ambientales no deseables, directos e indirectos, bajo el criterio de que la prevención y mitigación en etapas tempranas del proyecto constituyen acciones costo efectivas más convenientes.

Las medidas son:

### **7.5.1 MANUAL GENERAL DE PROCEDIMIENTO AMBIENTAL.**

Exigir el cumplimiento de las normas generales de procedimiento contenidas en el manual, el mismo que será de obligatoria aceptación por parte del personal técnico, administrativo y obrero que trabajará en la construcción del proyecto, a fin de asegurar que todas las actividades se ejecuten estén en correspondencia con ellos, protejan a la comunidad; a los recursos naturales (flora y fauna silvestre, agua y suelo) y al patrimonio cultural.

### **7.5.2 MEDIDA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.**

Para prevenir y controlar al máximo posible los efectos de la contaminación del aire provenientes de las emisiones debido al uso de maquinaria y equipos a ser utilizados en los diferentes frentes y actividades de construcción de la vía.

Para control del polvo, se deberán efectuar riegos de agua; controlar la velocidad de circulación de los vehículos, camiones y maquinaria pesada que utilicen caminos de tierra; cubrimiento de los materiales a transportarse con lonas o plásticos, con el fin de atenuar el



efecto del viento sobre los trabajadores y la comunidad; y provisión y uso de elementos de protección para la salud del personal del proyecto como mascarillas y gafas.

El control del ruido se efectuará corrigiendo los elementos desajustados y mal calibrados; regulando el horario de trabajo del personal que permanece junto a maquinaria y equipos que generan niveles de ruido superiores a 85 dB(A) y obligando al uso de dispositivos de atenuación de ruido como auriculares o tapones. Así mismo se efectuarán monitoreos continuos de los niveles de ruido en cada frente de trabajo, de modo que se tomen los correctivos necesarios de manera inmediata.

El control de las emisiones gaseosas, se realizará mediante la vigilancia del tipo y mantenimiento de los equipos y maquinaria y de los procedimientos constructivos de modo que se minimice la emisión de contaminantes hacia la atmósfera. No se permitirá la quema a cielo abierto de desperdicios, llantas, cauchos, plásticos, arbustos o maleza en áreas desbrozadas, de otros residuos.

### **7.5.3 MEDIDA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUELO.**

En el caso de almacenamiento de combustibles, se construirá un cubeto de 1,1 veces la capacidad del tanque de almacenamiento, lo cual permitirá controlar posibles derrames.

Todas las bases o plataformas de las estructuras para almacenamiento y depósito de combustibles, serán recubiertas con geo-membrana para la impermeabilización del suelo y evitar filtraciones hacia el subsuelo, la vegetación y recursos hídricos. Estas áreas contarán además con un sistema de control de incendios que permita atender posibles contingencias en el sitio.

En el área de mantenimiento de equipo y maquinaria se construirán trampas de grasas y aceites con un volumen adecuado para la cantidad de residuos que se generen en cada uno de los campamentos.



Para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos de agregados de hormigón se prevé la construcción de decantadores con cámaras de dimensiones suficientes de acuerdo a los volúmenes de lavado de los mixer.

#### **7.5.4 MANEJO DE EXCEDENTES DE MATERIALES PRODUCTO DEL DESMANTELAMIENTO DE CAMPAMENTOS.**

Todos aquellos residuos que provengan del desmontaje de campamentos, talleres y demás obras temporales se realizarán mediante un proceso ordenado y cuidadoso de remoción de los componentes a fin de facilitar posteriormente su manipulación. Se procederá a la recolección, clasificación, manejo y transporte de los residuos a fin de que no queden dispersas en las superficies adyacentes o arrojadas a los cuerpos de agua cercanos. En el caso de los residuos que no reúnen las características para su posterior reutilización o reciclamiento, se optará por su traslado a botaderos o confinamiento en el relleno sanitario.

#### **7.5.5 MEDIDA DE REVEGETACIÓN Y RECUPERACIÓN PAISAJÍSTICA.**

Todas las áreas desnudas o utilizadas por el proyecto serán revegetadas, para lo cual se preservarán plántulas durante el desbosque y desbroce, con el propósito de disponer de material nativo para la recuperación paisajística. Se privilegiarán especies con hábito herbáceo de la familia leguminosae, que tiene la habilidad de adaptarse a suelos degradados con bajos niveles de nutrientes y por lo mismo alcanzan elevados porcentajes de sobrevivencia y crecimiento.

#### **7.5.6 MEDIDA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL.**

Establece los procedimientos que regulan los trabajos y las actividades de la obra vial orientados hacia la minimización de los impactos esperados por las actividades de



construcción y reconstrucción vial. Se efectuarán charlas para el personal técnico y obrero con el fin de orientar su comportamiento con relación a la comunidad y el entorno. En ellas se tratará temas específicos relativos a la protección ambiental, seguridad laboral y acciones contempladas para el manejo y control de la contaminación por emisiones, efluentes y desechos del proyecto.

Se efectuarán un total de 4 charlas para las poblaciones de este tramo.

#### **7.5.7 MEDIDA DE COMUNICACIÓN A LA POBLACIÓN.**

Mediante un adecuado plan de acercamiento comunitario se transferirá información clara y precisa acerca de los trabajos que ejecutará el proyecto, a la población afectada y a los usuarios de la vía. Para ello se instrumentarán acciones como talleres participativos y entrega de folletos divulgativos, hojas volantes y mensajes radiales.

#### **7.5.8 MEDIDA DE PROTECCIÓN A LA COMUNIDAD.**

Busca proteger a la comunidad y a los trabajadores del proyecto de eventuales accidentes o daños a la propiedad durante la fase de construcción, mediante la instalación de señalización temporal para control de tráfico. Estas señales se ubicarán en sitios apropiados y visibles al público o manteniendo guardias para evitar que entren personas ajenas al proyecto. Durante la operación se busca educar a la comunidad y al usuario de la vía mediante la colocación de rotulación ambiental y educativa, definitiva. Las leyendas tendrán siempre un contenido alusivo a la protección ambiental, a las características de los sectores por los que atraviesa la vía y de seguridad vial.



## CAPITULO 8.

### 8. PRESUPUESTO.

#### 8.1 PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

##### ORDEN CRONOLÓGICO DE EJECUCIÓN DE ETAPAS.

El proyecto presentado está situado en el Sector Sur, en el cantón Quito; la ejecución de las actividades de construcción se llevará a cabo en el orden cronológico que la alternativa escogida lo requiera, sea esta con pavimento flexible, pavimento rígido o mixta. Cada etapa tiene que seguir una programación de obra que se indicara más adelante.

En el proyecto vial se ha tomado en cuenta un presupuesto y un cronograma valorado para cada una de las alternativas presentadas y así dar cabida a la elección más adecuada.

#### 8.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO VIAL.

**Desbroce y Limpieza.-** Toda la zona donde se va a realizar el proyecto vial deberá estar libre de árboles, troncos, maleza, hierba y en general de cualquier obstáculo que atente contra la construcción de la vía, se deberá tomar en cuenta además los posibles problemas que puedan ocasionar en el cruce del Proyecto por las vías del ferrocarril, por lo que se tomarán las precauciones del caso.

**Replanteo.-** Se deberá realizar el replanteo correspondiente, para ubicar exactamente por dónde va la vía del proyecto, según como se indica en los planos y en las referencias existentes en el terreno. Todos los trabajos de replanteo se deberán realizar con aparatos de precisión como estaciones totales, niveles, cintas y otros, además el personal que realice dicho trabajo serán personas capacitadas técnicamente.



**Excavación de zanjas.-** La excavación de zanjas para tuberías se la realizará de acuerdo a los planos y memorias técnicas en los tramos comprendidos de sumideros y pozos específicamente.

**Colocación en zanja de la tubería de hormigón.-** La pendiente se la dará según las cotas ubicadas en el proyecto, con respecto al sumidero y a los pozos dependiendo del caso. La colocación de la tubería se la realizará de la parte inferior y se la trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana quede situada hacia la parte más alta del tubo y los tubos serán revisados antes de colocarlos, desechando los que tengan alguna falla.

**Subida de Pozos.-** Puesto que el proyecto se lo realizará en su mayoría en área consolidada, se tendrá que subir la altura de los pozos para obtener la rasante del proyecto, esto se lo hará sacando la tapa de hierro forjado, fundiendo lo faltante con hormigón y colocando de nuevo la misma tapa.

**Relleno y Compactación de Zanjas.-** El relleno de las zanjas se lo hará única y exclusivamente cuando se haya comprobado el perfecto funcionamiento de la tubería, una vez cumplida esta condición se procederá a llenar la zarja así: primera capa con tierra fina seleccionada siguiendo la norma de 60 cm apisonando con un pisón de mano, de allí en adelante se podrá utilizar maquinaria para compactar como rodillos, sapos, entre otros, y el resto con capas de no más de 20 cm hasta llegar a la rasante del terreno.

**Seguridad Publica.-** Cuando se esté excavando se deberá entibar las paredes de la zanja. También se debe colocar puentes temporales sobre la excavación para el paso peatonal.

**Mortero y Hormigones.-** Para este caso los componentes de los morteros y hormigones se medirán por volumen y se mezclarán con agua hasta obtener una mezcla homogénea y así tener una consistencia normal, esto para todas las obras donde intervengan estas mezclas.

**Enlucidos y Recubrimientos.-** Cuando se realice los sumideros y para el caso de la subida de pozos se deberá enlucir con mortero de arena-cemento en las proporciones que indican las especificaciones, el espesor deberá ser de 1.5 cm.



**Materiales de Construcción.-** Se debe realizar ensayos periódicamente de cualquier material que forme parte del hormigón simple y armado, para determinar si los materiales o el método que se está utilizando van a producir la calidad requerida.

**Cemento Portland.-** El cemento portland debe cumplir con las especificaciones.

**Agregados.-** Los agregados deben cumplir con las especificaciones previas a los ensayos de laboratorio.

**Acero Estructural.-** Las varillas de refuerzo cumplirán con las especificaciones de sismo-resistencia.

A continuación se detallan los presupuestos, cronogramas valorados y curvas de inversiones de dos alternativas que para el caso son las más tentativas.

Las alternativas antes mencionadas son:

- Alternativa 1: Vía con Pavimento Flexible de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+250 y con Pavimento Flexible con Geomalla de la abscisa 1+250 hasta la abscisa 4+550.
- Alternativa 2: Vía con Pavimento Flexible con Geomalla de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+250 y con Pavimento Rígido de la abscisa 1+250 hasta la abscisa 4+550.

### 8.3 PRESUPUESTOS Y CRONOGRAMAS.





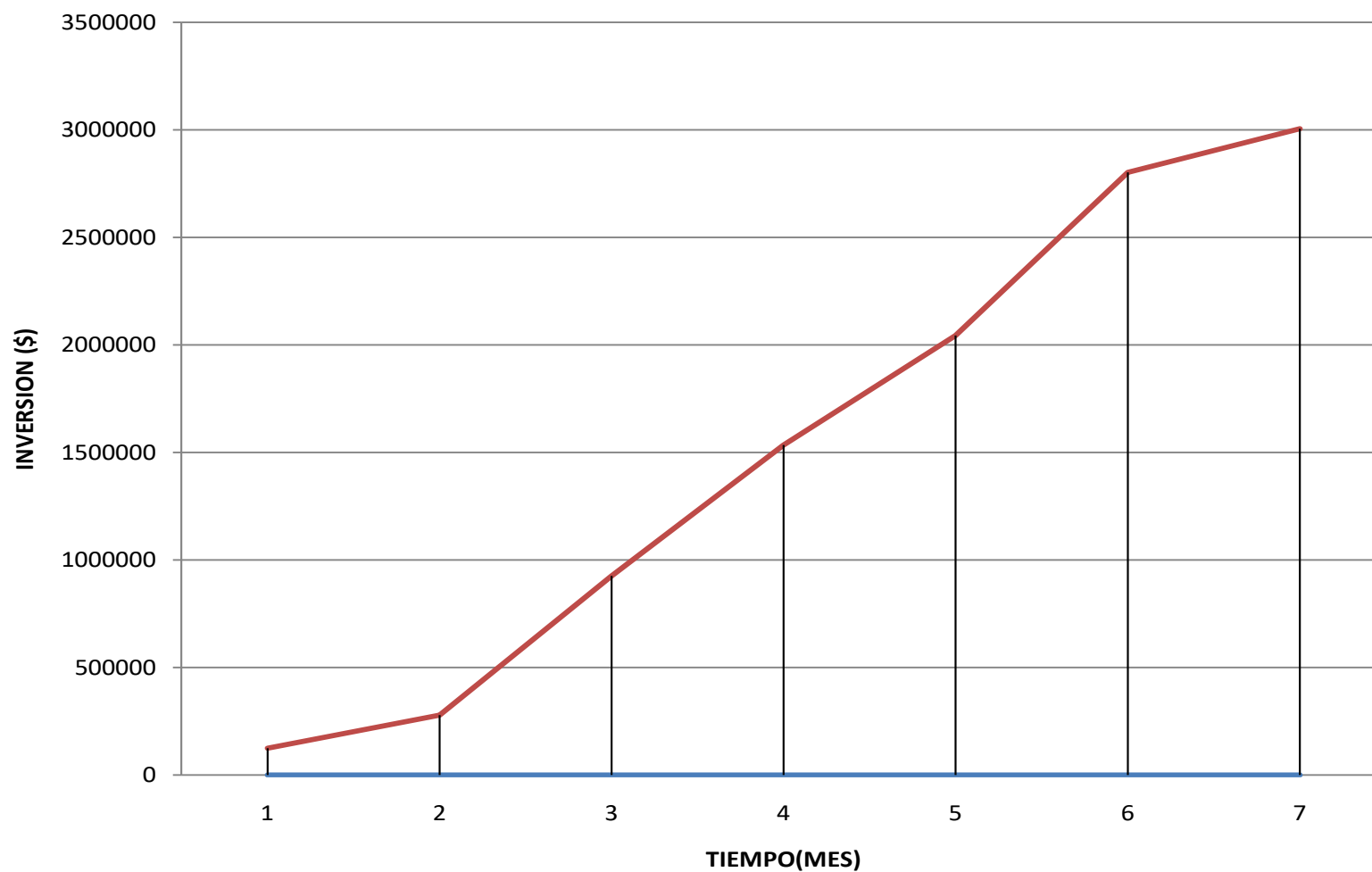


DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AVENIDA ESCALÓN 3





**Gráfico 8.1. Curva de inversión Alternativa 1: Pavimento Flexible de la abscisa 0+000 a la 1+250 y Pavimento Flexible con geomalla de la abscisa 1+250 a la 4+550.**



Fuente: Los Autores.



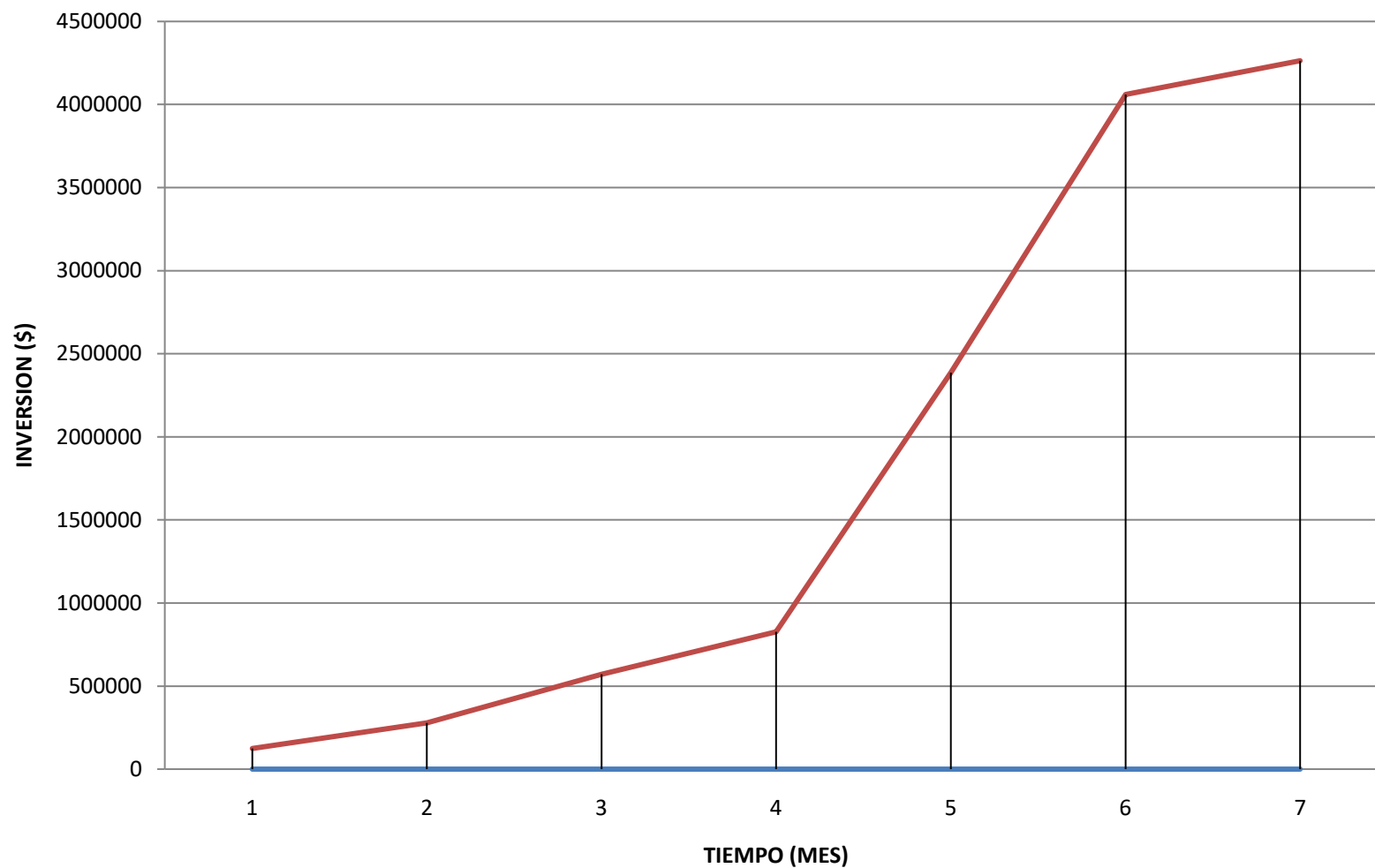
## DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AVENIDA ESCALÓN 3







**Gráfico 8.2. Curva de inversión Alternativa 2: Pavimento Flexible con geomalla de la abscisa 0+000 a la 1+250 y Pavimento Rígido de la abscisa 1+250 a la 4+550.**



Fuente: Los Autores.



## CAPITULO 9.

### 9. ANÁLISIS FINANCIERO.

#### 9.1 INTRODUCCIÓN.

El análisis financiero es una herramienta importante, para que un proyecto sea más eficiente; ya que a través de este, permite conocer la factibilidad económica y financiera del mismo.

En un proyecto de interés económico sobresale la rentabilidad del capital invertido en el proyecto, mientras que en un proyecto de desarrollo social lo más importante es el beneficio que obtiene la sociedad con su implementación.

A continuación se presenta un cuadro donde se puede observar las diferencias entre el análisis financiero y el análisis económico:

**Cuadro 9.1. Diferencias entre análisis Económico y Financiero.**

	<b>Análisis Económico</b>	<b>Análisis Financiero</b>
<b>Método de Evaluación.</b>	Análisis Beneficio / Costo.	Análisis Costo / Ingreso.
	Precios Económicos.	Precios de Mercado.
	Comparación de la zona de influencia con y sin proyecto.	Estado Financiero.
<b>Beneficiarios Directos.</b>	Conductores, Peatones y Pasajeros.	Accionistas, Financistas y empleados.

Fuente: Los Autores.



Con las diferencias conocidas entre el análisis financiero y el análisis económico dadas en el cuadro anteriormente presentado, se puede decir que para el caso de la Avenida Escalón 3 es necesario realizar un Análisis Socio-Económico; puesto que se trata de un proyecto de beneficio para la sociedad en general.

Con la implementación de la Avenida Escalón 3, se busca satisfacer la necesidad de tener una vía de descongestionamiento vehicular a la entrada Sur de la Ciudad, también pretende utilizarse como una conexión entre los corredores Oriental y Occidental de la ciudad, los cuales son la Avenida Simón Bolívar y la Prolongación de la Avenida Mariscal Sucre; y como ultimo uso se pretende dar una salida en mejores capacidades estructurales y viales al parque industrial del Sur de la Urbe.

En el proyecto de desarrollo social es necesario realizar el análisis desde el punto de vista de los principales actores de la sociedad que intervienen en el proyecto; que para el caso del presente proyecto son los usuarios viales, los cuales principalmente son el Peatón, Conductor y Pasajeros.

De los Peatones, Conductores y Pasajeros, se va a analizar principalmente el ahorro que estos tendrán en desplazamientos y en insumos vehiculares con la implementación del proyecto.

Para el efecto se considerará los costos de operación vehicular, considerando los escenarios:

- Sin Proyecto.
- Con Proyecto.

## **9.2 COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR.**

Para realizar el cálculo de costos de operación vehicular se va a aplicar el Software del Banco Mundial, denominado Model Vehicle Operating Costs (VOC).



Este método fue desarrollado para facilitar la determinación de los costos de operación, los mismos que contribuyen, a un análisis que ayuda a tener una mejor perspectiva en la evaluación económica; y además es técnicamente más confiable.

El método VOC considera 3 grupos de aspectos concernientes al proyecto y a sus usuarios para la determinación de los costos de operación; los cuales son: Características de la vía, vehículos tipo (características físicas y operativas) y costos de insumos vehiculares.

### **9.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.**

Estos parámetros se los obtienen directamente del proyecto, del capítulo de diseño geométrico de la vía; aquí intervienen las siguientes variables que se explican a continuación.

#### **Tipo de Superficie.**

Este parámetro se lo debe considerar, tomando en cuenta la situación CON PROYECTO y SIN PROYECTO; para la situación Con Proyecto se considera como es obvia la vía Pavimentada en su totalidad, mientras que para la situación Sin Proyecto se considera la superficie como No Pavimentada.

#### **Rugosidad Promedio.**

La Rugosidad es una variable que se representa con un valor numérico a la calidad de una capa de rodadura; en la ingeniería de pavimentos a este factor se lo representa con el IRI.

Para el caso de la Avenida Escalón 3, se considerará la rugosidad, en la situación Con Proyecto considerando la vía pavimentada mientras que para la situación Sin Proyecto se considera una rugosidad para una superficie de rodadura de tierra en mal estado.





### Pendientes.

Las pendientes son de las más importantes características geométricas de un proyecto vial, es por esto que para el ingreso de datos en el programa VOC, se considera colocar las pendientes que tiene el proyecto en las situaciones Con y Sin Proyecto.

Se considera las pendientes de todo el trayecto del proyecto, estas a su vez se las promedia y se las clasifican en positivas y negativas.

### Curvatura Horizontal.

Al igual que la pendiente, la curvatura horizontal es un parámetro muy importante de las características geométricas del proyecto, este parámetro establece un promedio de las curvas por kilometro que se presentan en el proyecto.

A continuación se presenta un cuadro donde se ven resumidas todas las variables de las características geométricas del proyecto que intervendrán en el uso del programa VOC.

**Cuadro 9.2. Variables Geométricas del proyecto para el Programa VOC.**

Tramo.		0+000 a 4+550	
Longitud (m).		4550	4550
Situación.		SIN PROYECTO.	CON PROYECTO.
Tipo de Superficie.		Tierra en mal estado.	Pavimentada.
Rugosidad IRI.		18	3
Pendiente (%).	Positiva.	10.24	8.53
	Negativa.	5.69	4.89
Proporción Subida (%).		50	50
Curvatura Horizontal (°/Km).		19.39	19.39
Altitud (m.s.n.m).		3148	3148
Número de tramos.		2	2

Fuente: Los Autores.



### 9.2.2 VEHÍCULOS TIPO (CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y OPERATIVAS).

Para el uso del programa VOC, es necesario definir vehículos tipo que transitan por la vía, los cuales vienen a ser los vehículos más representativos que transitan por esta.

Los vehículos tipo deben definirse por su clase, los mismos que pueden definirse desde el estudio de tráfico. Para el caso de la Avenida Escalón 3, basándose en el estudio de tráfico se ha considerado que los vehículos tipo son:

- Automóviles: Chevrolet Aveo.
- Camionetas: Chevrolet Luv D-Max.
- Buses: Hino FGJPUZ.
- Camión 2D: Hino GH8JGSD.
- Camión 3A: Mack GU813E/008705.
- Camión T3-S2: Mack GU813E/008705.

Para el ingreso de datos en el Programa VOC, también es necesario tener información de la vida útil de los vehículos tipo, los mismos que son:

**Cuadro 9.3. Vida Útil vehículos tipo.**

Vehículo Tipo.	Vida Útil	
	años	km
<b>Livianos</b>	15	400000
<b>Buses</b>	15	800000
<b>Camiones</b>	32	800000

Fuentes: Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial CNTTTSV;

Richard Widman de WIDMAN INTERNATIONAL SRL, La vida útil del motor de su auto.



A continuación, en el cuadro se presentan los recorridos promedio anuales de los vehículos tipo y sus respectivas velocidades en función de las situaciones Con y Sin Proyecto.

**Cuadro 9.4. Velocidad y Recorrido de los vehículos tipo.**

Tipos de Vehículos.	Variable.	Situación.	
		SIN PROYECTO.	CON PROYECTO.
Livianos.	Recorrido (Km).	10 000	20 000
	Velocidad (Km/h).	25	50
Buses.	Recorrido (Km).	50 000	100 000
	Velocidad (Km/h).	20	40
Camiones.	Recorrido (Km).	40 000	80 000
	Velocidad (Km/h).	25	50

Fuente: Investigación de Campo.

### 9.2.3 COSTOS DE INSUMOS VEHICULARES.

Estos costos se definen a partir de la clasificación de los Vehículos tipo, ya que con estos se pueden definir específicamente los insumos que utilizan como por ejemplo gasolina, aceites, neumáticos, etc. En el cuadro siguiente se presentan los costos de los insumos vehiculares según el Vehículo Tipo correspondiente, costos que están actualizados.

**Cuadro 9.5. Costos de Insumos de Vehículos Tipo.**

Insumos.			Precio	Combustible	Lubricantes	Neumáticos
Unidades.			USD	Litros	Litros	Unidad
Vehículos Tipo	Automóvil	Chevrolet Aveo	13294.64	0.47	7.79	65.46
	Camioneta	Chevrolet Luv D-max	19455.36	0.47	7.79	156.71
	Bus	Hino FGJPUZ	95285.71	0.25	7.41	394.24
	Camión 2D	Hino GH8JGSD	81600.00	0.25	7.41	692.55
	Camión 3A	Mack GU813E/008705	114285.71	0.25	7.41	554.23
	Camión T3-S2	Mack GU813E/008705	157142.86	0.25	7.41	554.23

Fuentes: Importadora Industrial Agrícola IIASA; Maquinarias y Vehículos S.A MAVESA;

Gasolinera PETROECUADOR; Tecnillanta S.A; [www.chevrolet.com.ec](http://www.chevrolet.com.ec).

Con los datos considerados anteriormente se procede a ingresar los mismos a la Plataforma del Programa VOC, para que el programa realice el análisis correspondiente.

A continuación se presenta el costo de operación de 1000 vehículos por cada Kilometro.

**Cuadro 9.6. Costos de operación por cada 1000 vehículos por cada kilometro.**

Tipo de Vehículo.		COSTOS DE OPERACIÓN (USD)	
		SIN PROYECTO	CON PROYECTO
Automóvil	Chevrolet Aveo	948.93	346.20
Camioneta	Chevrolet Luv D-max	1125.21	369.29
Bus	Hino FGJPUZ	1856.39	912.20
Camión 2D	Hino GH8JGSD	3111.84	1263.91
Camión 3A	Mack GU813E/008705	4307.20	2065.72
Camión T3-S2	Mack GU813E/008705	5024.68	2469.93

Fuente: Resultados Programa VOC.



Las variables de entrada y resultados obtenidos por la utilización del Programa VOC, se los puede observar detalladamente desde el Anexo 9.1 al Anexo 9.12; valores de Costos de Operación Vehicular los mismos que están clasificados por el tipo de vehículo y por la implementación o no del proyecto.

### 9.3 COSTOS DE OPERACIÓN.

Del análisis realizado por el programa VOC, se obtiene los costos de operación vehicular de 1000 vehículos y por Kilómetro, a estos resultados los debemos depurar y adaptar a la Avenida Escalón 3 en particular, considerando los días del año y proyectar los costos a los años de servicio del Proyecto; para después de esto obtener el costo total de operación vehicular para las situaciones Sin y Con Proyecto. Las variables a considerar son las siguientes:

**Cuadro 9.7. Variables Proyecto.**

Variable	Valor
Días año	365
Inflación (%)	2.77

Fuente: Banco Central del Ecuador, Estadística, 2011.

**Cuadro 9.8. Costo de operación por unidad vehicular para la Avenida Escalón 3 Situación Sin Proyecto (USD).**

ITEM	LIVIANOS		BUSES	CAMIONES		
	Automóvil	Camioneta		2D	3A	T3-S2
	CHEVROLET AVEO	CHEVROLET LUV D-MAX		HINO GH8JGSD	MACK GU813E/008705	MACK GU813E/008705
<b>Costo por 1000 Veh/Km</b>	948.93	1125.21	1856.39	3111.84	4307.20	5024.68
<b>Longitud (Km)</b>	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55
<b>Costo por unidad (diario)</b>	4.32	5.12	8.45	14.16	19.60	22.86
<b>Costo por unidad (anual)</b>	1575.94	1868.69	3083.00	5167.99	7153.18	8344.74

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 9.9. Costo de operación por unidad vehicular para la Avenida Escalón 3 Situación Con Proyecto (USD).**

ITEM	LIVIANOS		BUSES	CAMIONES		
	Automóvil	Camioneta		2D	3A	T3-S2
	CHEVROLET AVEO	CHEVROLET LUV D-MAX		HINO GH8JGSD	MACK GU813E/008705	MACK GU813E/008705
<b>Costo por 1000 Veh/Km</b>	346.20	369.29	912.20	1263.91	2065.72	2469.93
<b>Longitud (Km)</b>	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55
<b>Costo por unidad (diario)</b>	1.58	1.68	4.15	5.75	9.40	11.24
<b>Costo por unidad (anual)</b>	574.95	613.30	1514.94	2099.04	3430.64	4101.94

Fuente: Los Autores.



**Cuadro 9.10. Costo de operación por unidad vehicular proyectada para los años de servicio de la Avenida Escalón 3 (USD),  
Situación Sin Proyecto.**

AÑO	LIVIANOS						BUSES			CAMIONES								
	Automovil			Camioneta						2D			3A			T3-S2		
	CHEVROLET AVEO			CHEVROLET LUV D-MAX			HINO FGJPUZ			HINO GH8JGSD			MACK GU813E/008705			MACK GU813E/008705		
	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.
0	1575.94	7616	12002448.88	1868.69	1973	3686560.85	3083.00	828	2553088.67	5167.99	138	711240.54	7153.18	199	1425757.21	8344.74	214	1782059.37
1	1619.59	7866	12739501.99	1920.46	2038	3912947.24	3168.40	857	2715642.55	5311.14	142	752870.16	7351.33	205	1509208.20	8575.89	220	1886365.09
2	1664.45	8124	13521816.46	1973.65	2104	4153235.70	3256.16	887	2888546.16	5458.26	146	796936.41	7554.96	211	1597543.67	8813.44	227	1996775.93
3	1710.56	8390	14352171.74	2028.32	2173	4408279.92	3346.36	918	3072458.45	5609.45	150	843581.89	7764.23	218	1691049.50	9057.57	233	2113649.22
4	1757.94	8666	15233517.94	2084.51	2245	4678986.05	3439.05	950	3268080.34	5764.84	155	892957.58	7979.30	224	1790028.32	9308.47	240	2237363.22
5	1806.63	9043	16338065.59	2142.25	2343	5018248.66	3534.32	984	3476157.38	5924.52	161	954400.21	8200.33	233	1913196.58	9566.31	250	2391311.71
6	1856.68	9438	17522701.47	2201.59	2445	5382110.42	3632.22	1018	3697482.58	6088.63	168	1020070.58	8427.47	243	2044839.81	9831.30	260	2555853.09
7	1908.11	9849	18793232.61	2262.57	2551	5772354.98	3732.83	1054	3932899.45	6257.29	174	1090259.59	8660.92	252	2185541.15	10103.62	270	2731716.23
8	1960.96	10279	20155887.05	2325.24	2662	6190895.28	3836.23	1090	4183305.19	6430.61	181	1165278.18	8900.82	262	2335923.87	10383.49	281	2919680.16
9	2015.28	10727	21617344.47	2389.65	2779	6639782.98	3942.49	1129	4449654.14	6608.74	188	1245458.64	9147.38	273	2496654.12	10671.12	292	3120577.51
10	2071.10	11194	23184768.83	2455.85	2900	7121218.50	4051.70	1168	4732961.40	6791.80	196	1331156.15	9400.76	284	2668443.89	10966.71	304	3335298.20
11	2128.47	11682	24865843.56	2523.87	3026	7637561.82	4163.93	1209	5034306.68	6979.94	204	1422750.35	9661.16	295	2852054.18	11270.48	316	3564793.40
12	2187.43	12192	26668809.18	2593.79	3158	8191344.02	4279.27	1251	5354838.47	7173.28	212	1520646.95	9928.77	307	3048298.33	11582.68	329	3810079.71
13	2248.02	12723	28602503.73	2665.63	3296	8785279.69	4397.81	1295	5695778.36	7371.98	220	1625279.63	10203.80	319	3258045.64	11903.52	342	4072243.67
14	2310.29	13278	30676406.06	2739.47	3439	9422280.29	4519.63	1340	6058425.72	7576.18	229	1737111.87	10486.45	332	3482225.24	12233.24	356	4352446.62
15	2374.29	13857	32900682.32	2815.36	3589	10105468.36	4644.82	1387	6444162.66	7786.04	238	1856639.06	10776.92	345	3721830.20	12572.11	370	4651929.76
16	2440.06	14461	35286235.78	2893.34	3746	10838192.83	4773.48	1436	6854459.27	8001.72	248	1984390.68	11075.44	359	3977921.89	12920.35	385	4972019.75
17	2507.65	15092	37844760.28	2973.49	3909	11624045.48	4905.71	1486	7290879.26	8223.37	258	2120932.64	11382.23	374	4251634.74	13278.25	400	5314134.48
18	2577.11	15750	40588797.57	3055.85	4080	12466878.51	5041.59	1538	7755085.90	8451.15	268	2266869.77	11697.52	388	4544181.22	13646.05	416	5679789.45
19	2648.50	16436	43531798.73	3140.50	4258	13370823.45	5181.25	1592	8248848.34	8685.25	279	2422848.54	12021.54	404	4856857.24	14024.05	433	6070604.40
20	2721.86	17153	46688190.21	3227.49	4443	14340311.37	5324.77	1648	8774048.39	8925.83	290	2589559.91	12354.54	420	5191047.87	14412.52	450	6488310.54

Fuente: Los Autores.



**Cuadro 9.11. Costo de operación por unidad vehicular proyectada para los años de servicio de la Avenida Escalón 3 (USD),  
Situación Con Proyecto.**

AÑO	LIVIANOS						BUSES			CAMIONES								
	Automovil			Camioneta						2D			3A			T3-S2		
	CHEVROLET AVEO			CHEVROLET LUV D-MAX			HINO FGJPUZ			HINO GH8JGSD			MACK GU813E/008705			MACK GU813E/008705		
	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.	Cost. Un.	TPDA	Cost. Total.
0	574.95	7616	4378877.06	613.30	1973	1209916.42	1514.94	828	1254546.45	2099.04	138	288878.62	3430.64	199	683788.81	4101.94	214	875988.50
1	590.88	7866	4647777.59	630.29	2038	1284215.65	1556.90	857	1334422.80	2157.18	142	305786.97	3525.67	205	723811.66	4215.56	220	927260.99
2	607.25	8124	4933190.92	647.75	2104	1363077.48	1600.03	887	1419384.83	2216.94	146	323684.99	3623.33	211	766177.08	4332.33	227	981534.50
3	624.07	8390	5236131.07	665.69	2173	1446782.11	1644.35	918	1509756.35	2278.34	150	342630.59	3723.70	218	811022.19	4452.34	233	1038984.69
4	641.35	8666	5557674.34	684.13	2245	1535626.91	1689.90	950	1605881.78	2341.46	155	362685.11	3826.85	224	858492.13	4575.67	240	1099797.51
5	659.12	9043	5960648.63	703.08	2343	1646971.72	1736.71	984	1708127.47	2406.31	161	387640.74	3932.85	233	917563.25	4702.41	250	1175472.37
6	677.38	9438	6392841.67	722.55	2445	1766389.88	1784.81	1018	1816883.10	2472.97	168	414313.53	4041.79	243	980698.95	4832.67	260	1256354.28
7	696.14	9849	6856372.05	742.57	2551	1894466.78	1834.25	1054	1932563.14	2541.47	174	442821.61	4153.75	252	1048178.88	4966.53	270	1342801.50
8	715.42	10279	7353511.95	763.14	2662	2031830.25	1885.06	1090	2055608.46	2611.87	181	473291.28	4268.81	262	1120301.97	5104.11	281	1435196.99
9	735.24	10727	7886698.34	784.28	2779	2179153.63	1937.28	1129	2186488.03	2684.22	188	505857.51	4387.05	273	1197387.71	5245.49	292	1533950.02
10	755.61	11194	8458544.85	806.00	2900	2337159.09	1990.94	1168	2325700.63	2758.57	196	540664.55	4508.57	284	1279777.56	5390.79	304	1639498.06
11	776.54	11682	9071854.66	828.33	3026	2506621.17	2046.09	1209	2473776.82	2834.98	204	577866.60	4633.46	295	1367836.50	5540.12	316	1752308.64
12	798.05	12192	9729634.15	851.27	3158	2688370.55	2102.76	1251	2631280.96	2913.51	212	617628.44	4761.81	307	1461954.59	5693.58	329	1872881.49
13	820.15	12723	10435107.74	874.85	3296	2883298.17	2161.01	1295	2798813.30	2994.22	220	660126.22	4893.71	319	1562548.76	5851.29	342	2001750.72
14	842.87	13278	11191733.61	899.09	3439	3092359.55	2220.87	1340	2977012.34	3077.16	229	705548.18	5029.27	332	1670064.62	6013.37	356	2139487.18
15	866.22	13857	12003220.70	923.99	3589	3316579.49	2282.39	1387	3166557.23	3162.39	238	754095.54	5168.58	345	1784978.42	6179.94	370	2286701.02
16	890.21	14461	12873546.87	949.58	3746	3557057.11	2345.61	1436	3368170.34	3249.99	248	805983.35	5311.75	359	1907799.22	6351.12	385	2444044.34
17	914.87	15092	13806978.40	975.89	3909	3814971.21	2410.58	1486	3582620.07	3340.02	258	861441.45	5458.88	374	2039071.07	6527.05	400	2612214.15
18	940.21	15750	14808090.92	1002.92	4080	4091586.07	2477.36	1538	3810723.69	3432.53	268	920715.52	5610.09	388	2179375.47	6707.85	416	2791955.38
19	966.26	16436	15881791.83	1030.70	4258	4388257.65	2545.98	1592	4053350.57	3527.62	279	984068.11	5765.49	404	2329333.94	6893.66	433	2984064.24
20	993.02	17153	17033344.35	1059.25	4443	4706440.21	2616.50	1648	4311425.37	3625.33	290	1051779.87	5925.20	420	2489610.75	7084.61	450	3189391.74

Fuente: Los Autores.



**Cuadro 9.12. Beneficios del proyecto por ahorro de operación vehicular (USD).**

AÑO	LIVIANOS						BUSES			CAMIONES								
	Automóvil			Camioneta						2D			3A			T3-S2		
	CHEVROLET AVEO			CHEVROLET LUV D-MAX			HINO FGJPUZ			HINO GH8JGSD			MACK GU813E/008705			MACK GU813E/008705		
	SIN	CON	BENEFICIO	SIN	CON	BENEFICIO	SIN	CON	BENEFICIO	SIN	CON	BENEFICIO	SIN	CON	BENEFICIO	SIN	CON	BENEFICIO
	PROYECTO	PROYECTO		PROYECTO	PROYECTO		PROYECTO	PROYECTO		PROYECTO	PROYECTO		PROYECTO	PROYECTO		PROYECTO	PROYECTO	
0	12002448.88	4378877	7623571.83	3686560.85	1209916	2476644.43	2553088.67	1254546	1298542.22	711240.54	288879	422361.93	1425757.21	683789	741968.39	1782059.37	875989	906070.87
1	12739501.99	4647778	8091724.40	3912947.24	1284216	2628731.60	2715642.55	1334423	1381219.76	752870.16	305787	447083.19	1509208.20	723812	785396.55	1886365.09	927261	959104.11
2	13521816.46	4933191	8588625.54	4153235.70	1363077	2790158.22	2888546.16	1419385	1469161.33	796936.41	323685	473251.42	1597543.67	766177	831366.59	1996775.93	981534	1015241.43
3	14352171.74	5236131	9116040.67	4408279.92	1446782	2961497.82	3072458.45	1509756	1562702.09	843581.89	342631	500951.30	1691049.50	811022	880027.31	2113649.22	1038985	1074664.52
4	15233517.94	5557674	9675843.60	4678986.05	1535627	3143359.13	3268080.34	1605882	1662198.56	892957.58	362685	530272.48	1790028.32	858492	931536.19	2237363.22	1099798	1137565.71
5	16338065.59	5960649	10377416.96	5018248.66	1646972	3371276.94	3476157.38	1708127	1768029.91	954400.21	387641	566759.47	1913196.58	917563	995633.33	2391311.71	1175472	1215839.34
6	17522701.47	6392842	11129859.80	5382110.42	1766390	3615720.54	3697482.58	1816883	1880599.49	1020070.58	414314	605757.05	2044839.81	980699	1064140.87	2555853.09	1256354	1299498.81
7	18793232.61	6856372	11936860.56	5772354.98	1894467	3877888.20	3932899.45	1932563	2000336.32	1090259.59	442822	647437.98	2185541.15	1048179	1137362.27	2731716.23	1342802	1388914.72
8	20155887.05	7353512	12802375.10	6190895.28	2031830	4159065.03	4183305.19	2055608	2127696.73	1165278.18	473291	691986.89	2335923.87	1120302	1215621.90	2919680.16	1435197	1484483.17
9	21617344.47	7886698	13730646.13	6639782.98	2179154	4460629.35	4449654.14	2186488	2263166.11	1245458.64	505858	739601.13	2496654.12	1197388	1299266.41	3120577.51	1533950	1586627.48
10	23184768.83	8458545	14726223.97	7121218.50	2337159	4784059.41	4732961.40	2325701	2407260.77	1331156.15	540665	790491.60	2668443.89	1279778	1388666.33	3335298.20	1639498	1695800.15
11	24865843.56	9071855	15793988.90	7637561.82	2506621	5130940.65	5034306.68	2473777	2560529.86	1422750.35	577867	844883.75	2852054.18	1367836	1484217.68	3564793.40	1752309	1812484.76
12	26668809.18	9729634	16939175.02	8191344.02	2688371	5502973.46	5354838.47	2631281	2723557.52	1520646.95	617628	903018.51	3048298.33	1461955	1586343.73	3810079.71	1872881	1937198.22
13	28602503.73	10435108	18167395.98	8785279.69	2883298	5901981.52	5695778.36	2798813	2896965.06	1625279.63	660126	965153.41	3258045.64	1562549	1695496.87	4072243.67	2001751	2070492.95
14	30676406.06	11191734	19484672.44	9422280.29	3092360	6329920.74	6058425.72	2977012	3081413.38	1737111.87	705548	1031563.68	3482225.24	1670065	1812160.62	4352446.62	2139487	2212959.43
15	32900682.32	12003221	20897461.62	10105468.36	3316579	6788888.86	6444162.66	3166557	3277605.43	1856639.06	754096	1102543.52	3721830.20	1784978	1936851.77	4651929.76	2286701	2365228.74
16	35286235.78	12873547	22412688.91	10838192.83	3557057	7281135.72	6854459.27	3368170	3486288.93	1984390.68	805983	1178407.33	3977921.89	1907799	2070122.67	4972019.75	2444044	2527975.40
17	37844760.28	13806978	24037781.89	11624045.48	3814971	7809074.27	7290879.26	3582620	3708259.20	2120932.64	861441	1259491.18	4251634.74	2039071	2212563.67	5314134.48	2612214	2701920.33
18	40588797.57	14808091	25780706.65	12466878.51	4091586	8375292.44	7755085.90	3810724	3944362.21	2266869.77	920716	1346154.25	4544181.22	2179375	2364805.75	5679789.45	2791955	2887834.07
19	43531798.73	15881792	27650006.90	13370823.45	4388258	8982565.80	8248848.34	4053351	4195497.78	2422848.54	984068	1438780.44	4856857.24	2329334	2527523.30	6070604.40	2984064	3086540.15
20	46688190.21	17033344	29654845.86	14340311.37	4706440	9633871.16	8774048.39	4311425	4462623.02	2589559.91	1051780	1537780.04	5191047.87	2489611	2701437.13	6488310.54	3189392	3298918.81

Fuente: Los Autores.

**Cuadro 9.13. Beneficio del proyecto por ahorro de operación vehicular total (USD).**

<b>AÑO</b>	<b>SIN PROYECTO</b>	<b>CON PROYECTO</b>	<b>BENEFICIO</b>
<b>0</b>	22161155.53	8691995.86	13469159.67
<b>1</b>	23516535.24	9223275.65	14293259.59
<b>2</b>	24954854.32	9787049.79	15167804.52
<b>3</b>	26481190.71	10385307.00	16095883.71
<b>4</b>	28100933.44	11020157.77	17080775.67
<b>5</b>	30091380.13	11796424.19	18294955.93
<b>6</b>	32223057.96	12627481.40	19595576.56
<b>7</b>	34506004.01	13517203.96	20988800.04
<b>8</b>	36950969.72	14469740.91	22481228.81
<b>9</b>	39569471.85	15489535.24	24079936.61
<b>10</b>	42373846.98	16581344.74	25792502.24
<b>11</b>	45377309.99	17750264.38	27627045.61
<b>12</b>	48594016.65	19001750.19	29592266.46
<b>13</b>	52039130.72	20341644.92	31697485.80
<b>14</b>	55728895.80	21776205.49	33952690.30
<b>15</b>	59680712.35	23312132.41	36368579.94
<b>16</b>	63913220.19	24956601.23	38956618.96
<b>17</b>	68446386.88	26717296.34	41729090.54
<b>18</b>	73301602.41	28602447.05	44699155.36
<b>19</b>	78501780.71	30620866.34	47880914.37
<b>20</b>	84071468.30	32781992.27	51289476.02

Fuente: Los Autores.



## 9.4 CONCLUSIONES.

Observando los cuadros 9.12 y 9.13 en donde se realiza un comparativo del proyecto con y sin su implementación se obtiene el ahorro que presenta el mismo desde el año de inicio hasta el fin de la vida útil, se puede concluir que:

- Desde el inicio del proyecto existe un ahorro considerable en comparación con el presupuesto de la vía.
- En el primer año de operación de la vía hay un ahorro de 13 469 159.67 USD; el ahorro se va incrementando con el paso del tiempo hasta llegar al fin de la vida útil del proyecto, en donde se tiene un ahorro de 51 289 476.02 USD.
- El beneficio que tendrá la sociedad con la implementación de la Avenida Escalón 3, es alta ya que el proyecto ahorra tiempo y dinero a los usuarios viales; en especial a los usuarios que viven en los alrededores de la vía (Población en general y Parque Industrial del Sur).
- Por su funcionalidad el proyecto dará una vía de acceso adecuada a la entrada Sur de la ciudad de Quito.

## 9.5 RECOMENDACIONES.

- Dados los resultados obtenidos por ahorro de operación vehicular y el incremento del parque vehicular en Quito, es viable la construcción del Proyecto Avenida Escalón 3.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- T.A.M.S-ASTEC, *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras y de Caminos Vecinales*, Quito-Ecuador, 2003.
- Ministerio de Transporte de la República de Colombia; *Manual de Señalización Vial*, Bogotá-Colombia, Mayo de 2004.
- INEN, *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004*, Señalización Vial, Señalización Horizontal.
- URIBE CELIS, S.L, *Manual de Diseño Geométrico para Vías e Intersecciones Urbanas*, Universidad de los Andes, Bogotá-Colombia.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador, *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F*, Quito-Ecuador, 2002.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador, *Manual de Diseño Geométrico, MOP-001-E*, Quito-Ecuador.
- EMMOP-Q, *Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025*, Quito-Ecuador, 8 de Abril de 2009.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, *Ordenanza Municipal Ord-3746, Normas de Arquitectura y Urbanismo del Distrito Metropolitano de Quito*, Quito-Ecuador.
- CHOCONTA ROJAS, Pedro Antonio, *Diseño Geométrico de Vías*, 2da Edición, Editorial de la Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá-Colombia, 2004.
- KELLER, Gordon y SHERAR, James, *Ingeniería de Caminos Rurales*, US Agency for International Development (USAID), 1ra Edición, Editorial del Instituto Mexicano del Transporte, México, 2005.



- INAMHI, *Anuarios Meteorológicos*, Publicación 1964-1989, Cálculo de Intensidades de lluvia para el diseño de obras de Drenaje, Quito-Ecuador, 2000.
- Universidad Politécnica Salesiana, *Estudio Geotécnico para el Diseño de las Vías Escalón 1, 2 y 3*, Laboratorio de Ensayo de Materiales de la UPS, Quito-Ecuador, Julio 2010.
- Dirección General de Geología y Minas, *Mapa Geológico Quito-Machachi*, Quito-Ecuador, 1978.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, *Carta de Amenazas Volcánicas de la ciudad de Quito*, Quito-Ecuador.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, *Sismicidad Histórica del Ecuador*, Quito-Ecuador, 2004.
- Instituto Geográfico Militar, *Carta Topográfica Amaguaña*, Quito-Ecuador, 2009.
- CHOW, Ven Te, *Hidráulica de Canales Abiertos*, Editorial Mc Graw Hill, Bogotá-Colombia, 1994.
- SALGADO, Antonio Ing., *Caminos del Ecuador*, Quito-Ecuador, 1989.
- SUAREZ, Alex Ing., *Drenaje Superficial y Subterráneo*, Universidad de Medellín, Medellín-Colombia, 2001.
- EPMAAPS, *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado*, Quito-Ecuador, 2009.
- LINSLEY, Kohler y Paulus, *Hidrología para Ingenieros*, Editorial Mc Graw Hill, México, 1979.
- INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2001.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador, *Estudios realizados para la Avenida Simón Bolívar*.



- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, *Mapa de Quito*.
- Banco Central del Ecuador, *Datos Estadísticos*, 2011.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, *Informes de Regulación Metropolitana*, Dirección de Avalúos y Catastros, 2011.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, *Ordenanzas Metropolitanas, Costos por m2 de terrenos y construcción*, Dirección de Avalúos y Catastros, Quito- Ecuador, 2011.
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, *Reglamento Técnico de Diseño de Cunetas y Sumideros*, Ministerio del Agua de la República de Bolivia, La Paz-Bolivia, Abril 2007.
- SAE-MOP, Guía para Estudios de Factibilidad de Proyectos Viales Rurales, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Quito-Ecuador, Noviembre de 1978.
- American Association of State Highway and Transportation Officials, *A Policy on Geometric Design of Urban Highways and Arterial Streets*, Washington D.C., 1973.
- American Association of State Highway and Transportation Officials, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, Washington D.C., 2001.
- Transportation Research Board, *Highway Capacity Manual*, EE.UU, 2000.
- USAID-SIECA, *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*, Guatemala, 2002.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Venezuela, *Normas de Proyectos de Carretera NORVIAL*, Caracas D.F, 1987.
- American Association of State Highway and Transportation Officials, *Guide for Design and Pavement Structures*, Washington D.C., 2003.



- Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, *Resolución N° 131, Cuadros de vida útil de vehículos de transporte*, Quito-Ecuador, 18 de Agosto de 2010.
- Richard Widman, *La Vida Útil del Motor de su auto*, Widman International SRL.
- FONTAINE, Ernesto, *Evaluación Social de Proyectos*, 13ra Edición, Editorial Pearson, México, 2008.
- BENAVIDES, Carlos, *Apuntes del Curso de Diseño de Pavimentos*, Universidad del Cauca, Popayán-Colombia.
- INEC, *El Transporte Terrestre de Pasajeros en Ecuador y Quito*, Quito-Ecuador.
- CORDO, Oscar Ing., *Curso de Actualización de Diseño Estructural de Caminos Método AASHTO '93*, Universidad Nacional de San Juan, San Juan-Puerto Rico, Septiembre de 1998.
- DEL SALTO, Rodrigo Ing., *Modelo de Diseño Geométrico de Caminos Vecinales aplicado a la Provincia de Bolívar*, Tesis Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil, Ambato-Ecuador, Abril de 2006.
- Apuntes de los Autores de las asignaturas dictadas en la Universidad: Vías y Pavimentos, Proyecto de vías y pavimentos y Drenaje Vial y Urbano.



## **ANEXOS.**



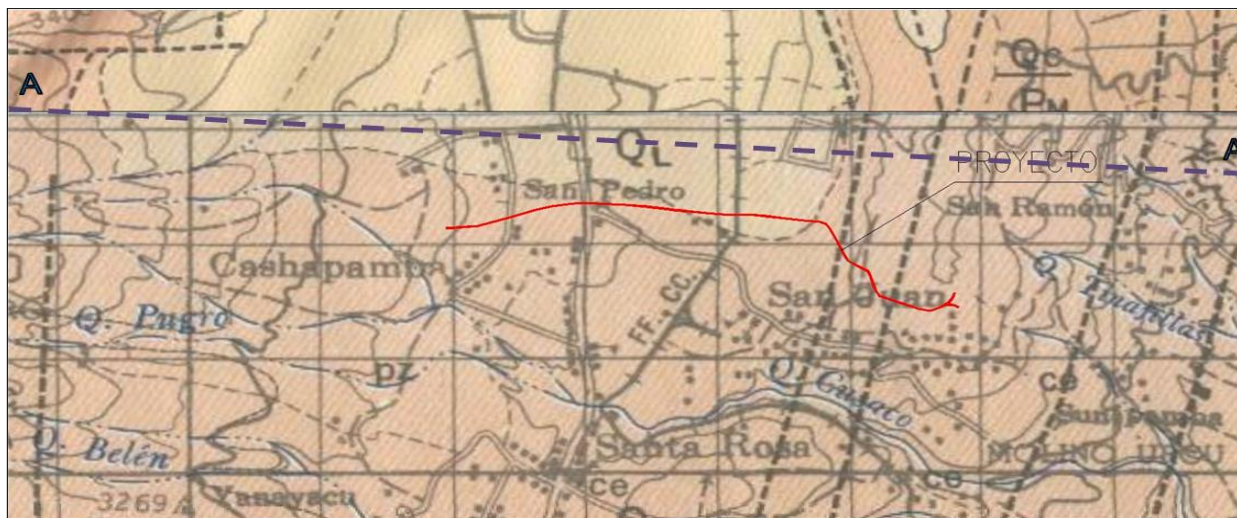


## ANEXO 2.1. Mapa Geológico de la Zona del Proyecto.

Hoja 65 – QUITO – ESCALA 1:100000

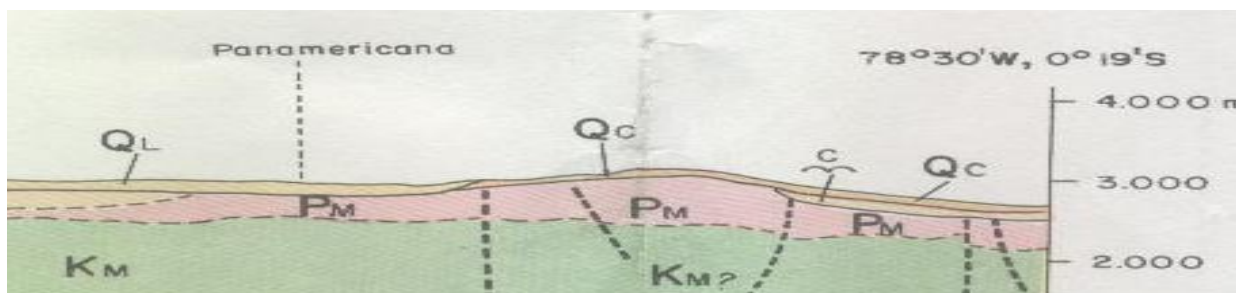
Hoja 66 – MACHACHI – ESCALA 1:100000

### LEYENDA



Q <sub>L</sub>	Depósito Lagunar de Ceniza.
c	Depósito coluvial.
Q <sub>c</sub>	Ceniza Pómez
P <sub>M</sub>	Volcano Sedimentos Machangara.

### SIMBOLOGÍA



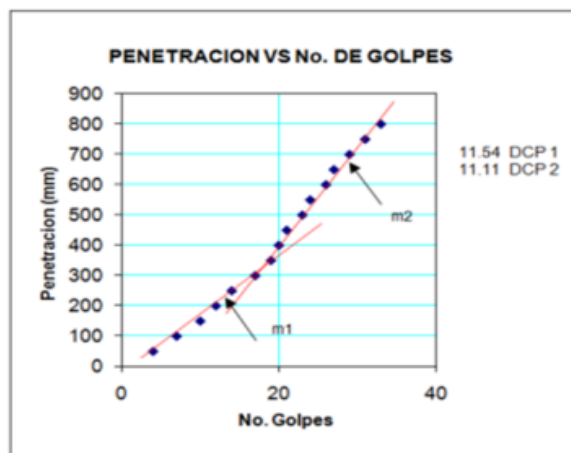
—	contacto
- - - - -	contacto inferido
.....	contacto cubierto
—	falla
- - - - -	falla inferida
.....	falla cubierta

Fuente: Dirección General de Geología y Minas, Mapa Geológico Quito-Machachi, 1978.

## ANEXO 2.2. Ensayos realizados en Campo y Laboratorio.

### Ensayo de Penetración Cono Dinámico Abscisa 0+500

Numero de golpes	Penetración (mm)
0	0
4	50
7	100
10	150
12	200
14	250
17	300
19	350
20	400
21	450
23	500
24	550
26	600
27	650
29	700
31	750
33	800

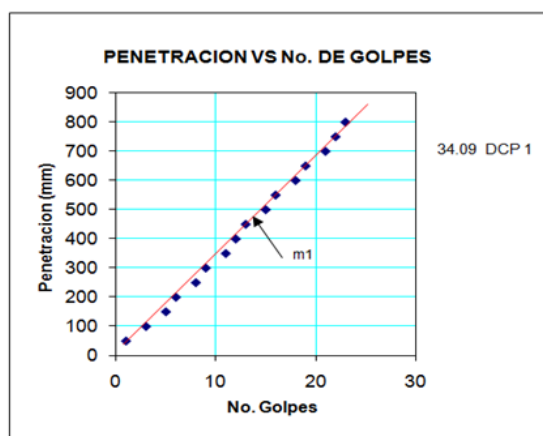


	PENDIENTE (m1)	PENDIENTE (m2)
m1 (mm/golpe)	20.00	32.14
C.B.R DE CAMPO (%)	6.52	3.94

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

### Ensayo de Penetración Cono Dinámico Abscisa 1+500

Numero de golpes	Penetración (mm)
0	0
1	50
3	100
5	150
6	200
8	250
9	300
11	350
12	400
13	450
15	500
16	550
18	600
19	650
21	700
22	750
23	800

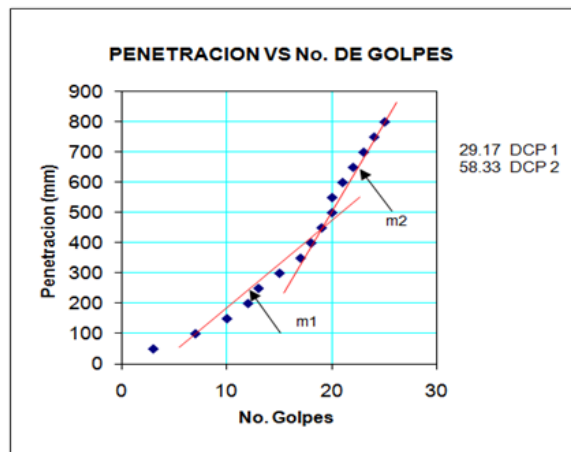


	PENDIENTE (m1)	PENDIENTE (m2)
m1 (mm/golpe)	34.09	-
C.B.R DE CAMPO (%)	3.70	-

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

### Ensayo de Penetración Cono Dinámico Abscisa 2+500

Numero de golpes	Penetración (mm)
0	0
3	50
7	100
10	150
12	200
13	250
15	300
17	350
18	400
19	450
20	500
20	550
21	600
22	650
23	700
24	750
25	800

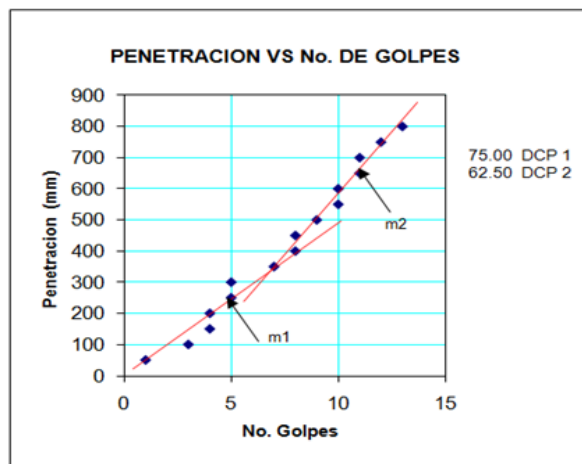


	PENDIENTE (m1)	PENDIENTE (m2)
m1 (mm/golpe)	29.17	58.33
C.B.R DE CAMPO (%)	4.36	2.09

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

### Ensayo de Penetración Cono Dinámico Abscisa 3+100

Numero de golpes	Penetración (mm)
0	0
1	50
3	100
4	150
4	200
5	250
5	300
7	350
8	400
8	450
9	500
10	550
10	600
11	650
11	700
12	750
13	800

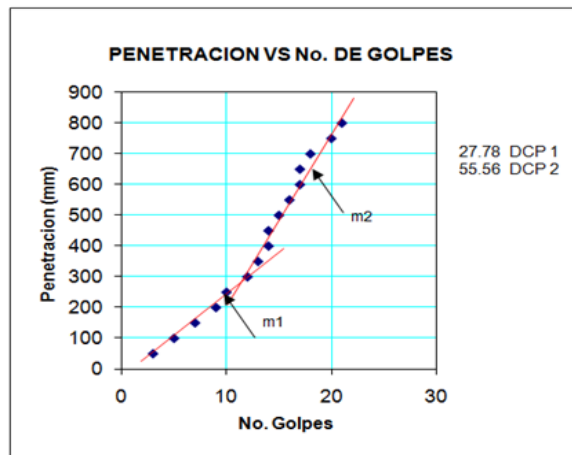


	PENDIENTE (m1)	PENDIENTE (m2)
m1 (mm/golpe)	75.00	62.50
C.B.R DE CAMPO (%)	1.60	1.94

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

### Ensayo de Penetración Cono Dinámico Abscisa 3+500

Numero de golpes	Penetración (mm)
0	0
3	50
5	100
7	150
9	200
10	250
12	300
13	350
14	400
14	450
15	500
16	550
17	600
17	650
18	700
20	750
21	800

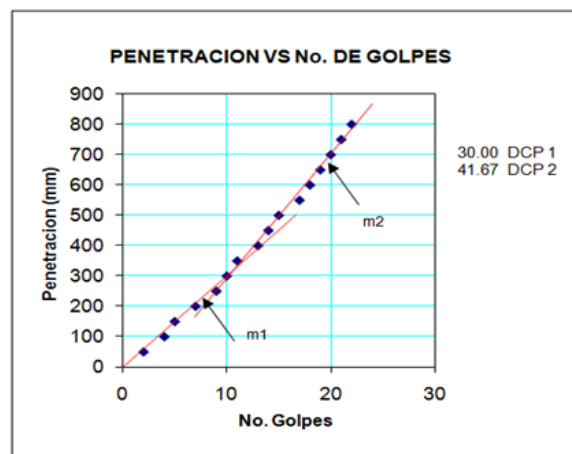


	PENDIENTE (m1)	PENDIENTE (m2)
m1 (mm/golpe)	27.78	55.56
C.B.R DE CAMPO (%)	4.60	2.20

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

### Ensayo de Penetración Cono Dinámico Abscisa 4+000

Numero de golpes	Penetración (mm)
0	0
2	50
4	100
5	150
7	200
9	250
10	300
11	350
13	400
14	450
15	500
17	550
18	600
19	650
20	700
21	750
22	800



	PENDIENTE (m1)	PENDIENTE (m2)
m1 (mm/golpe)	30.00	41.67
C.B.R DE CAMPO (%)	4.24	2.98

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.



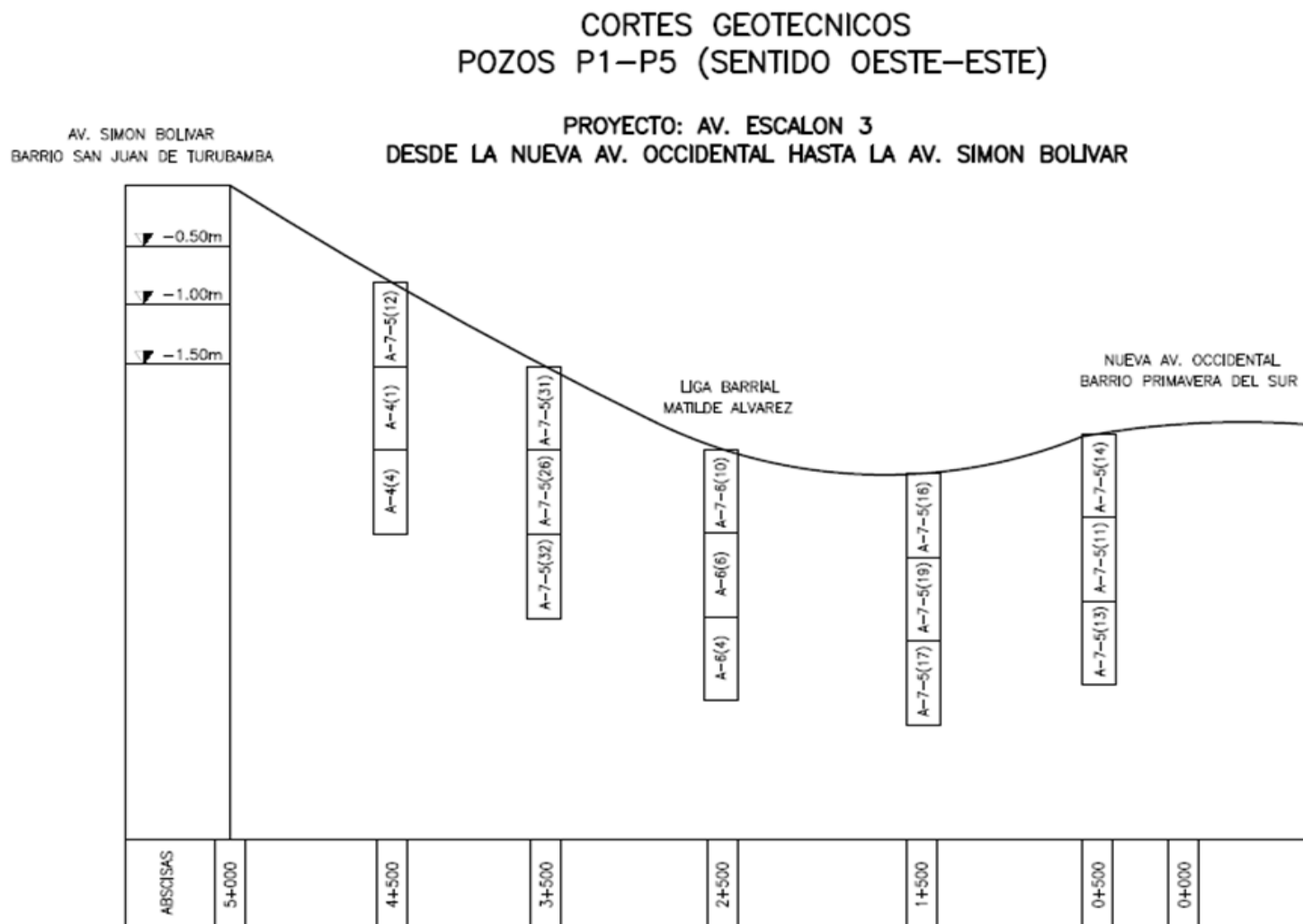
### ANEXO 2.3. Hoja de Resumen Clasificación AASHTO.

ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)	GRANULOMETRIA (% QUE PASA)				LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	INDICE DE GRUPO	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION DEL SUELO
			4	10	40	200						
ESCALON 3 BARRIO PRIMAVERA DEL SUR												
0+500	0.5	42	100	98	92	66	59	40	19	14	A-7-5 (14)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS,
	1.0	40	97	90	83	58	56	36	20	11	A-7-5 (11)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS, CON PÓMEZ, COLOR NEGRUZCO
	1.5	37	100	100	97	71	53	36	17	13	A-7-5 (13)	SUELOS ARCILLOSO, ALTAMENTE ELÁSTICOS,
ESCALON 3 BARRIO MATILDE ALVAREZ												
1+500	0.5	40	100	100	96	70	59	39	20	16	A-7-5 (16)	SUELOS ARCILLOSO, ALTAMENTE ELÁSTICOS,
	1.0	47	100	100	96	72	68	47	21	19	A-7-5 (19)	SUELOS ARCILLOSO, ALTAMENTE ELÁSTICOS,
	1.5	47	98	96	92	66	67	45	22	17	A-7-5 (17)	SUELOS ARCILLOSO, ALTAMENTE ELÁSTICOS,
ESCALON 3 LIGA BARRIAL MATILDE ALVAREZ												
2+500	0.5	33	100	98	91	65	45	29	16	10	A-7-6 (10)	SUELOS ARCILLOSOS, MUY COMPRESIBLES,
	1.0	33	100	98	87	58	40	27	13	6	A-6 (6)	SUELOS ARCILLOSOS, CON ARENA, ALTAMENTE COMPRESIBLES, COLOR CAFÉ
	1.5	33	98	95	84	55	40	29	11	4	A-6 (4)	SUELOS ARCILLOSOS, CON ARENA, ALTAMENTE COMPRESIBLES, COLOR CAFÉ
ESCALON 3 BARRIO GARROCHAL												
3+500	0.5	60	100	100	98	80	87	60	27	31	A-7-5 (31)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS, CON PÓMEZ, RAICILLAS, COLOR CAFÉ
	1.0	94	100	100	96	71	107	85	22	26	A-7-5 (26)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS, CON RAICILLAS, COLOR CAFÉ OSCURO
	1.5	121	100	100	98	86	96	76	20	32	A-7-5 (32)	SUELOS ARCILLOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS, HÚMEDO, CON RAICILLAS, COLOR CAFÉ
ESCALON 3 SAN JUAN DE TURUBAMBA												
4+500	0.5	41	99	99	95	71	53	39	14	12	A-7-5 (12,)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS, CON ALGO DE RAICILLAS, COLOR CAFÉ
	1.0	31	100	100	86	54	27	22	5	1	A-4 (1)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA, HÚMEDO,
	1.5	36	100	100	93	69	33	26	7	4	A-4 (4)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA, HÚMEDO,

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.



## ANEXO 2.4. Corte Geotécnico del Proyecto.



Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.



### ANEXO 4.1. Archivo de Puntos Topográficos.

A continuación se presentan los Códigos de identificación de los puntos que intervinieron en el Levantamiento Topográfico.

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
BO	Bordillo	S	Sumidero
C	Construcción	BI	Borde Inferior
C12	Calle 12	ALC = AC	Alcantarilla
C13	Calle 13	CU	Cuneta
CA = CNA	Canal de Agua	PRT	Parterre
CD	Cancha deportiva	GAL	Galpón
CEA	Cerramiento Alambre	BS	Borde Superior
CEM	Cerramiento malla	EJ	Eje Camino
F	Línea ferrea	VA	Vía Asfaltada
FC	Fondo de canal	M	Muro
ID	Hidrante	AL	Alambre
LF	Línea de fábrica	CE	Cerramiento
PL	Poste de Luz	CR	Canal de Riego
POL	Poliducto	TA	Tubo de Agua
PZ	Pozo alcantarillado	TP	Puntos Topográficos
PZA	Pozo telefónico	VE	Vía Existente





ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	9962005.998	493354.461	3169.204	GPS1Pto-control	1036	9962206.79	495082.738	3047.371	GPS6Pto-control	2071	9961348.28	496841.635	3100.732	GPS4Pto-control
2	9962032.879	493583.529	3149.816	GPS2Pto-control	1037	9962223.249	495004.533	3051.449	GPS5Pto-control	2072	9961490.575	496636.917	3067.015	GPS3Pto-control
3	9962012.59	493322.752	3171.673	VE	1038	9962170.296	495240.823	3039.835	B1Estación	2073	9961107.961	496848.22	3095.917	P4Estación
4	9962003.713	493323.983	3171.624	VE	1039	9962214.589	495003.547	3051.14	CEM	2074	9961282.229	497069.462	3116.778	P5Estación
5	9962005.12	493342.298	3169.631	VE	1040	9962210.571	495019.32	3050.275	CEM	2075	9961335.235	497078.221	3117.076	TP
6	9962014.161	493342.35	3169.798	VE	1041	9962205.834	495037.639	3049.23	CEM	2076	9961270.635	497055.7	3113.471	TP
7	9962015.065	493343.382	3169.777	VE	1042	9962202.043	495053.108	3048.394	CEM	2077	9961337.368	497068.858	3116.577	TP
8	9962017.482	493343.915	3169.76	VE	1043	9962198.652	495066.697	3047.984	CEM	2078	9961289.583	497061.825	3114.51	TP
9	9962023.287	493343.479	3169.866	VE	1044	9962183.811	495077.863	3047.645	CEM	2079	9961330.478	497052.582	3114.993	TP
10	9962025.842	493350.219	3169.669	VE	1045	9962171.511	495075.364	3048.074	CEM	2080	9961310.55	497066.046	3115.598	TP
11	9962017.24	493350.881	3169.352	VE	1046	9962195.422	495079.3	3047.78	CEM	2081	9961341.847	497051.939	3115.089	TP
12	9962015.98	493351.293	3169.269	VE	1047	9962200.689	495079.88	3047.572	PZ	2082	9961344.317	497038.001	3113.789	TP
13	9962004.571	493344.135	3169.531	VE	1048	9962200.325	495079.174	3047.669	AD	2083	9961320.414	497067.761	3115.908	TP
14	9962014.956	493353.437	3168.819	VE	1049	9962204.899	495080.236	3047.462	AD	2084	9961332.083	497036.067	3113.492	TP
15	9962002.49	493345.022	3169.439	VE	1050	9962203.846	495065.348	3048.247	AD	2085	9961322.89	497042.182	3114.382	TP
16	9962015.476	493359.915	3168.231	VE	1051	9962207.867	495065.448	3048.153	AD	2086	9961333.798	497022.761	3112.151	TP
17	9961996.293	493345.534	3169.293	VE	1052	9962207.36	495051.469	3048.844	AD	2087	9961298.615	497038.332	3113.082	TP
18	9962016.284	493370.488	3167.487	VE	1053	9962211.186	495052.189	3048.752	AD	2088	9961341.492	497024.027	3112.427	TP
19	9961997.402	493352.477	3169.271	VE	1054	9962210.92	495037.018	3049.563	AD	2089	9961275.126	497036.735	3112.261	TP
20	9962003.032	493352.03	3169.374	VE	1055	9962214.798	495037.716	3049.475	AD	2090	9961343.592	497013.18	3111.118	TP
21	9962005.279	493352.802	3169.205	VE	1056	9962214.329	495023.359	3050.296	AD	2091	9961286.498	497009.999	3109.732	TP
22	9962006.161	493355.355	3168.656	VE	1057	9962218.381	495023.35	3050.216	AD	2092	9961334.798	497011.619	3110.875	TP
23	9962016.825	493377.392	3166.865	VE	1058	9962220.143	495000.255	3051.652	AD	2093	9961310.122	497009.478	3110.292	TP
24	9962006.813	493364.37	3168.017	VE	1059	9962223.823	495001.647	3051.455	AD	2094	9961338.469	496997.741	3109.185	TP
25	9962017.232	493382.494	3166.488	VE	1060	9962223.842	495001.743	3051.426	BO	2095	9961327.064	497009.321	3110.912	TP
26	9962007.559	493373.79	3167.117	VE	1061	9962233.799	495005.415	3050.305	TP	2096	9961344.538	496997.183	3109.265	TP
27	9962017.836	493391.046	3165.536	VE	1062	9962219.309	495019.91	3050.578	BO	2097	9961329.309	496989.859	3108.522	TP
28	9962008.274	493383.276	3166.067	VE	1063	9962229.642	495026.281	3049.58	TP	2098	9961346.321	496987.311	3108.116	TP
29	9962018.333	493392.474	3165.396	VE	1064	9962221.929	495012.148	3050.92	PL	2099	9961314.034	496989.005	3107.666	TP
30	9962008.902	493391.902	3165.249	VE	1065	9962224.585	495046.873	3048.416	TP	2100	9961340.761	496985.139	3107.699	TP
31	9962020.631	493393.751	3165.327	VE	1066	9962213.699	495042.355	3049.42	BO	2101	9961293.656	496988.268	3106.706	TP
32	9962008.383	493394.033	3165.251	VE	1067	9962214.212	495042.661	3049.327	PL	2102	9961341.995	496968.329	3105.625	TP
33	9962024.503	493393.581	3165.263	VE	1068	9962216.509	495066.199	3047.783	TP	2103	9961299.895	496969.61	3104.414	TP
34	9962007.239	493394.813	3165.346	VE	1069	9962208.871	495061.53	3048.5	BO	2104	9961350.251	496966.783	3105.731	TP
35	9962026.526	493398.242	3165.089	VE	1070	9962211.958	495080.501	3047.159	TP	2105	9961318.255	496968.139	3104.995	TP





ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
36	9962005.461	493394.674	3165.237	VE	1071	9962206.809	495072.31	3047.917	PL	2106	9961351.545	496953.703	3104.101	TP
37	9962022.019	493398.633	3165.075	VE	1072	9962227.003	495083.231	3046.452	TP	2107	9961331.986	496966.932	3105.689	TP
38	9962004.247	493399.664	3165.075	VE	1073	9962204.934	495077.467	3047.774	BO	2108	9961343.763	496951.852	3103.521	TP
39	9962020.014	493399.202	3164.88	VE	1074	9962229.765	495064.164	3046.835	TP	2109	9961333.614	496945.558	3102.526	TP
40	9962007.578	493399.769	3165.072	VE	1075	9962205.071	495080.599	3047.56	BO	2110	9961344.594	496940.403	3101.933	TP
41	9962018.984	493400.302	3164.821	VE	1076	9962231.335	495043.961	3047.99	TP	2111	9961315.449	496947.587	3101.696	TP
42	9962009.376	493400.971	3164.968	VE	1077	9962208.753	495083.682	3047.241	BO	2112	9961351.878	496941.372	3102.547	TP
43	9962018.691	493401.933	3164.591	VE	1078	9962237.083	495024.859	3049.267	TP	2113	9961321.689	496932.279	3099.581	TP
44	9962009.747	493402.276	3164.801	VE	1079	9962224.87	495087.023	3046.465	BO	2114	9961353.484	496928.441	3100.89	TP
45	9962019.659	493414.536	3163.339	VE	1080	9962240.755	495008.343	3049.839	TP	2115	9961336.316	496931.414	3100.566	TP
46	9962010.796	493416.006	3163.492	VE	1081	9962224.843	495087.044	3046.298	AD	2116	9961345.359	496926.079	3100.159	TP
47	9962020.801	493430.099	3161.853	VE	1082	9962223.621	495091.39	3046.44	AD	2117	9961338.851	496916.85	3098.852	TP
48	9962011.957	493430.19	3162.13	VE	1083	9962207.717	495088.102	3047.168	AD	2118	9961346.196	496916.29	3099.746	TP
49	9962021.613	493439.361	3161.226	VE	1084	9962208.335	495083.668	3047.094	AD	2119	9961325.668	496917.568	3098.694	TP
50	9962012.625	493439.679	3161.44	VE	1085	9962208.663	495083.883	3047.044	S	2120	9961353.426	496916.967	3099.916	TP
51	9962022.455	493440.773	3161.066	VE	1086	9962208.606	495084.217	3047.052	S	2121	9961354.896	496911.486	3099.658	CEA
52	9962012.24	493441.79	3161.262	VE	1087	9962209.055	495084.328	3047.028	S	2122	9961339.814	496909.403	3098.331	TP
53	9962024.214	493441.637	3160.87	VE	1088	9962204.47	495077.013	3047.596	S	2123	9961346.56	496909.883	3099.247	CEA
54	9962011.227	493442.645	3161.24	VE	1089	9962204.328	495077.441	3047.579	S	2124	9961339.249	496894.541	3097.469	TP
55	9962025.011	493446.524	3160.814	VE	1090	9962204.632	495077.508	3047.562	S	2125	9961346.705	496907.265	3098.708	TP
56	9962011.532	493447.8	3160.947	VE	1091	9962204.135	495087.001	3047.318	PZ	2126	9961340.592	496882.487	3097.644	TP
57	9962023.799	493447.068	3160.624	VE	1092	9962201.465	495091.373	3047.267	BO	2127	9961355.131	496907.305	3098.906	TP
58	9962012.719	493448.333	3160.857	VE	1093	9962221.069	495095.44	3046.521	BO	2128	9961342.296	496876.668	3097.412	BI
59	9962022.735	493448.273	3160.517	VE	1094	9962201.882	495091.94	3046.948	PL	2129	9961357.296	496899.008	3098.68	TP
60	9962013.397	493449.541	3160.424	VE	1095	9962219.324	495097.638	3045.637	TP	2130	9961345.742	496876.218	3097.47	BI
61	9962022.386	493449.497	3160.387	VE	1096	9962201.794	495094.788	3046.25	TP	2131	9961353.441	496890.141	3098.476	TP
62	9962014.339	493461.096	3159.572	VE	1097	9962184.885	495092.135	3046.583	TP	2132	9961334.246	496901.54	3096.846	C
63	9962023.636	493465.309	3159.049	VE	1098	9962172.64	495092.176	3047.376	TP	2133	9961355.827	496887.07	3098.53	TP
64	9962015.525	493477.069	3158.284	VE	1099	9962180.732	495111.822	3046.251	TP	2134	9961332.96	496911.61	3097.118	C
65	9962024.853	493480.791	3157.826	VE	1100	9962154.984	495088.616	3048.097	TP	2135	9961352.174	496881.972	3098.581	TP
66	9962016.392	493487.762	3157.439	VE	1101	9962199.235	495115.729	3045.175	TP	2136	9961353.333	496877.56	3098.725	BI
67	9962025.391	493487.007	3157.225	VE	1102	9962154.455	495113.987	3046.687	TP	2137	9961347.595	496877	3099.029	BI
68	9962015.907	493489.457	3157.262	VE	1103	9962217.125	495118.858	3044.814	TP	2138	9961346.349	496887.772	3098.228	TP
69	9962026.111	493488.225	3157.055	VE	1104	9962165.797	495117.847	3046.086	TP	2139	9961346.105	496896.798	3098.387	TP
70	9962014.873	493490.077	3157.036	VE	1105	9962216.625	495139.103	3043.604	TP	2140	9961342.879	496861.263	3100.229	TP



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
71	9962027.578	493489.03	3156.845	VE	1106	9962160.247	495141.546	3045.07	TP	2141	9961358.975	496900.505	3098.719	TP
72	9962015.227	493495.91	3156.842	VE	1107	9962195.721	495140.886	3044.037	TP	2142	9961352.54	496862.188	3100.696	TP
73	9962029.308	493494.932	3156.624	VE	1108	9962145.104	495135.02	3046.035	TP	2143	9961368.253	496865.839	3102.019	TP
74	9962016.797	493496.588	3156.576	VE	1109	9962177.888	495141.522	3044.633	TP	2144	9961360.847	496877.54	3099.33	BI
75	9962027.913	493495.09	3156.635	VE	1110	9962143.367	495161.097	3044.49	TP	2145	9961371.543	496848.269	3101.25	TP
76	9962017.267	493498.162	3156.494	VE	1111	9962172.195	495163.877	3043.775	TP	2146	9961356.864	496845.386	3101.059	TP
77	9962026.651	493496.079	3156.635	VE	1112	9962158.959	495163.948	3043.88	TP	2147	9961344.619	496843.786	3100.567	C
78	9962018.356	493513.127	3155.392	VE	1113	9962197.05	495169.169	3042.814	TP	2148	9961341.298	496843.515	3100.599	C
79	9962026.113	493497.287	3156.501	VE	1114	9962154.72	495187.807	3042.885	TP	2149	9961366.433	496851.445	3101.516	EJ
80	9962019.492	493527.883	3154.278	VE	1115	9962217.568	495171.655	3042.199	TP	2150	9961343.453	496854.178	3100.92	C
81	9962027.444	493514.275	3154.989	VE	1116	9962138.888	495183.554	3043.443	TP	2151	9961379.008	496850.855	3101.606	TP
82	9962020.064	493535.102	3153.672	VE	1117	9962216.982	495193.382	3041.392	TP	2152	9961378.319	496863.235	3102.378	TP
83	9962019.91	493536.992	3153.368	VE	1118	9962136.944	495207.834	3042.229	TP	2153	9961382.904	496849.784	3101.512	CEA
84	9962028.57	493530.97	3153.812	VE	1119	9962197.42	495193.621	3041.741	TP	2154	9961380.903	496867.326	3102.711	CEA
85	9962019.184	493537.572	3153.352	VE	1120	9962149.699	495210.297	3041.985	TP	2155	9961391.098	496850.705	3101.43	CEA
86	9962028.536	493538.449	3152.995	VE	1121	9962175.618	495193.356	3042.339	TP	2156	9961385.087	496867.963	3102.892	CEA
87	9962029.12	493539.581	3152.828	VE	1122	9962148.543	495233.486	3041.06	TP	2157	9961402.602	496852.098	3101.461	CEA
88	9962030.376	493539.264	3152.793	VE	1123	9962162.714	495212.087	3041.867	TP	2158	9961319.187	496913.505	3096.993	C
89	9962032.771	493538.922	3152.738	VE	1124	9962182.676	495213.095	3040.769	TP	2159	9961318.914	496900.256	3095.778	C
90	9962025.737	493540.35	3152.947	PZ	1125	9962132.791	495230.358	3041.459	TP	2160	9961228.173	497151.109	3126.902	P6Estación
91	9962027.012	493537.397	3153.174	PZ	1126	9962202.067	495213.147	3040.719	TP	2161	9961291.168	497081.057	3117.871	AUX10Est
92	9962033.23	493542.436	3152.76	VE	1127	9962201.791	495231.947	3040.322	TP	2162	9961319.519	497094.641	3119.011	AUX11Est
93	9962032.034	493542.593	3152.759	VE	1128	9962180.499	495233.49	3040.681	TP	2163	9961287.388	497069.119	3116.809	CEA
94	9962030.536	493543.561	3152.729	VE	1129	9962162.02	495233.588	3040.971	TP	2164	9961276.889	497065.787	3116.276	CEA
95	9962029.807	493544.912	3152.54	VE	1130	9962155.965	495385.154	3035.511	AUX4Est	2165	9961274.124	497072.174	3116.403	TP
96	9962031.097	493562.267	3151.251	VE	1131	9962144.281	495499.571	3031.535	AUX5Est	2166	9961270.18	497080.315	3116.763	TP
97	9962032.824	493583.617	3149.786	VE	1132	9962139.622	495553.439	3030.054	AUX6Est	2167	9961283.242	497075.355	3117.397	TP
98	9962033.494	493584.981	3149.458	VE	1133	9962134.069	495244.418	3040.708	VE	2168	9961268.033	497089.592	3117.676	TP
99	9962037.031	493585.656	3149.221	VE	1134	9962119.242	495643.767	3026.958	VE	2169	9961280.678	497086.298	3117.831	TP
100	9962032.805	493583.612	3149.814	BO	1135	9962137.961	495647.716	3026.788	VE	2170	9961263.767	497098.487	3118.642	TP
101	9962019.913	493536.909	3153.459	BO	1136	9962134.404	495239.786	3040.838	VE	2171	9961275.69	497095.112	3117.732	TP
102	9962031.285	493563.897	3151.197	BO	1137	9962121.308	495623.957	3027.621	VE	2172	9961261.509	497105.8	3120.167	TP
103	9962020	493535.784	3153.644	BO	1138	9962140.088	495626.166	3027.533	VE	2173	9961273.093	497100.393	3119.094	TP
104	9962029.993	493546.206	3152.689	BO	1139	9962158.341	495239.8	3040.035	VE	2174	9961257.575	497108.541	3120.116	VE
105	9962018.915	493521.837	3154.696	BO	1140	9962123.355	495604.382	3028.227	VE	2175	9961257.481	497112.652	3120.25	VE



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
106	9962029.993	493544.569	3152.826	BO	1141	9962141.742	495609.523	3028.112	VE	2176	9961270.19	497110.503	3120.86	VE
107	9962017.886	493508.244	3155.97	BO	1142	9962159.057	495244.661	3039.875	VE	2177	9961255.214	497116.761	3121.19	TP
108	9962031.232	493543.136	3152.91	BO	1143	9962125.35	495584.163	3028.862	VE	2178	9961294.539	497077.406	3117.694	VE
109	9962017.147	493498.067	3156.794	BO	1144	9962143.072	495608.114	3028.13	VE	2179	9961291.638	497074.557	3117.262	VE
110	9962032.187	493542.665	3153.009	BO	1145	9962161.112	495246.128	3039.642	VE	2180	9961285.232	497070.681	3116.961	VE
111	9962016.491	493496.425	3156.894	BO	1146	9962127.546	495564.428	3029.52	VE	2181	9961282.394	497072.837	3116.941	VE
112	9962033.212	493542.547	3152.954	BO	1147	9962144.406	495608.185	3028.245	VE	2182	9961286.44	497076.226	3117.342	VE
113	9962015.23	493495.972	3157.067	BO	1148	9962180.246	495246.464	3039.352	VE	2183	9961291.612	497086.648	3118.26	VE
114	9962032.379	493538.754	3152.85	BO	1149	9962128.972	495547.196	3030.216	VE	2184	9961287.965	497081.045	3117.636	VE
115	9962014.845	493490.02	3157.204	BO	1150	9962146.792	495574.082	3029.078	VE	2185	9961288.377	497099.189	3119.511	VE
116	9962029.48	493539.395	3152.904	BO	1151	9962182.164	495244.392	3039.399	VE	2186	9961286.568	497091.455	3118.682	VE
117	9962016.006	493489.284	3157.295	BO	1152	9962126.325	495547.508	3030.635	VE	2187	9961284.689	497101.224	3119.622	VE
118	9962028.696	493539.002	3152.923	BO	1153	9962147.494	495559.722	3029.557	VE	2188	9961287.953	497102.624	3119.819	VE
119	9962016.339	493488.085	3157.427	BO	1154	9962181.236	495240.393	3039.491	VE	2189	9961281.363	497114.275	3121.304	VE
120	9962028.26	493523.72	3154.401	BO	1155	9962132.668	495509.674	3031.039	VE	2190	9961284.719	497114.912	3121.135	VE
121	9962015.213	493473.295	3158.707	BO	1156	9962148.688	495558.019	3029.685	VE	2191	9961276.978	497129.829	3123.306	VE
122	9962026.756	493504.929	3155.835	BO	1157	9962194.488	495239.841	3039.37	VE	2192	9961280.771	497131.078	3123.352	VE
123	9962014.269	493460.77	3159.693	BO	1158	9962135.651	495488.34	3031.563	VE	2193	9961272.568	497146.043	3125.333	VE
124	9962026.284	493497.251	3156.666	BO	1159	9962149.014	495552.084	3029.784	VE	2194	9961275.643	497147.274	3125.39	VE
125	9962013.354	493449.587	3160.857	BO	1160	9962193.571	495244.427	3039.243	VE	2195	9961267.511	497164.222	3127.295	VE
126	9962026.687	493496.108	3156.768	BO	1161	9962135.574	495486.497	3031.702	VE	2196	9961270.042	497166.811	3127.358	VE
127	9962012.514	493448.182	3161.027	BO	1162	9962147.994	495550.324	3029.917	VE	2197	9961262.596	497182.445	3129.08	VE
128	9962028.014	493495.191	3156.848	BO	1163	9962178.932	495258.035	3038.964	VE	2198	9961265.613	497183.451	3129.056	VE
129	9962011.539	493447.807	3161.193	BO	1164	9962134.707	495485.522	3031.789	VE	2199	9961258.595	497200.823	3129.979	VE
130	9962029.327	493495.063	3156.823	BO	1165	9962150.076	495530.195	3030.5	VE	2200	9961260.72	497201.263	3130.179	VE
131	9962011.211	493442.584	3161.298	BO	1166	9962132.926	495485.134	3031.928	VE	2201	9961254.434	497219.116	3130.535	VE
132	9962028.327	493489.075	3156.836	BO	1167	9962152.046	495511.84	3031.052	VE	2202	9961256.431	497219.839	3130.609	VE
133	9962012.272	493441.564	3161.373	BO	1168	9962160.448	495254.14	3039.328	VE	2203	9961323.572	497081.251	3118.706	CEA
134	9962027.005	493488.995	3156.918	BO	1169	9962134.112	495479.701	3031.877	VE	2204	9961310.753	497077.254	3118.382	CEA
135	9962012.617	493440.016	3161.429	BO	1170	9962153.022	495510.274	3031.105	VE	2205	9961301.51	497073.257	3117.924	CEA
136	9962026.251	493488.365	3157.018	BO	1171	9962158.669	495270.283	3038.688	VE	2206	9961306.236	497098.88	3119.344	TP
137	9962011.446	493425.237	3162.818	BO	1172	9962135.388	495479.534	3031.978	VE	2207	9961294.828	497093.729	3119.062	CEA
138	9962025.452	493486.96	3157.297	BO	1173	9962153.741	495503.941	3031.191	VE	2208	9961316.652	497108.632	3120.323	TP
139	9962010.386	493410.814	3163.998	BO	1174	9962177.837	495268.597	3038.572	VE	2209	9961289.624	497112.804	3121.01	CEA
140	9962023.921	493468.042	3158.964	BO	1175	9962136.272	495478.74	3031.959	VE	2210	9961303.556	497115.88	3121.237	TP



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
141	9962009.592	493401.561	3165.053	BO	1176	9962155.017	495504.497	3031.174	VE	2211	9961308.271	497128.557	3122.869	TP
142	9962022.473	493449.534	3160.684	BO	1177	9962176.098	495284.436	3038.041	VE	2212	9961285.615	497131.807	3123.154	CEA
143	9962008.581	493400.113	3165.197	BO	1178	9962138.753	495457.253	3032.592	VE	2213	9961297.201	497133.97	3123.513	TP
144	9962023.156	493447.717	3160.848	BO	1179	9962153.079	495502.413	3031.295	VE	2214	9961279.395	497150.32	3125.877	CEA
145	9962007.396	493399.792	3165.263	BO	1180	9962176.712	495286.461	3037.939	VE	2215	9961293.781	497154.754	3125.989	TP
146	9962024.057	493447.024	3160.979	BO	1181	9962140.636	495439.077	3033.411	VE	2216	9961273.379	497169.276	3128.128	CEA
147	9962025.404	493446.636	3161.104	BO	1182	9962154.91	495484.34	3031.752	VE	2217	9961287.921	497174.607	3127.983	TP
148	9962004.419	493395.211	3165.401	BO	1183	9962178.241	495287.023	3037.873	VE	2218	9961268.783	497188.952	3130.036	CEA
149	9962004.279	493400.084	3165.233	BO	1184	9962139.967	495437.783	3033.574	VE	2219	9961279.662	497192.234	3129.925	TP
150	9962025.339	493446.562	3161.109	BO	1185	9962156.749	495466.662	3032.362	VE	2220	9961265.543	497208.593	3131.201	CEA
151	9962024.26	493441.574	3161.248	BO	1186	9962184.341	495287.017	3037.581	VE	2221	9961275.047	497210.82	3131.183	TP
152	9962007.237	493394.716	3165.544	BO	1187	9962138.411	495437.187	3033.637	VE	2222	9961271.077	497224.649	3131.65	TP
153	9962023.101	493441.278	3161.243	BO	1188	9962159.621	495439.422	3033.4	VE	2223	9961263.427	497223.321	3131.193	CEA
154	9962008.379	493393.963	3165.577	BO	1189	9962160.39	495437.603	3033.423	VE	2224	9961275.665	497228.303	3132.199	CEA
155	9962021.959	493440.153	3161.357	BO	1190	9962157.142	495284.532	3038.193	VE	2225	9961260.528	497226.729	3131.095	P7Estación
156	9962008.893	493392.306	3165.716	BO	1191	9962139.386	495431.195	3033.788	VE	2226	9961238.154	497138.507	3125.103	TP
157	9962020.028	493441.122	3161.068	PZ	1192	9962162.414	495437.249	3033.474	VE	2227	9961245.656	497140.922	3125.181	TP
158	9962008.108	493381.612	3166.542	BO	1193	9962156.359	495286.54	3038.127	VE	2228	9961265.306	497116.014	3121.063	VE
159	9962021.626	493438.96	3161.432	BO	1194	9962140.59	495430.913	3033.733	VE	2229	9961272.608	497119.355	3121.793	VE
160	9962007.101	493368.708	3167.857	BO	1195	9962141.536	495429.835	3033.772	VE	2230	9961262.217	497113.952	3120.61	VE
161	9962020.299	493421.448	3163.07	BO	1196	9962162.736	495431.255	3033.616	VE	2231	9961270.732	497125.307	3122.324	VE
162	9962018.812	493401.932	3164.942	BO	1197	9962156.305	495286.589	3038.111	VE	2232	9961264.521	497122.156	3122.094	VE
163	9962019.052	493400.35	3165.038	BO	1198	9962143.704	495409.769	3034.448	VE	2233	9961267.67	497139.321	3124.555	VE
164	9962005.025	493352.695	3169.412	BO	1199	9962160.97	495430.416	3033.772	VE	2234	9961261.81	497138.255	3124.525	VE
165	9962020.428	493399.118	3165.12	BO	1200	9962154.805	495287.129	3038.142	VE	2235	9961262.996	497152.708	3126.004	VE
166	9962003.272	493352.032	3169.501	BO	1201	9962145.602	495391.152	3035.164	VE	2236	9961258.203	497147.86	3125.905	VE
167	9962022.626	493398.641	3165.266	BO	1202	9962160.69	495429.16	3033.781	VE	2237	9961256.533	497157.587	3126.617	VE
168	9961994.912	493352.731	3169.381	BO	1203	9962154.071	495292.524	3038.024	VE	2238	9961254.565	497155.657	3126.381	VE
169	9962026.872	493398.264	3165.085	BO	1204	9962144.786	495389.306	3035.347	VE	2239	9961255.442	497149.096	3126.13	VE
170	9962024.569	493393.53	3165.256	BO	1205	9962162.627	495410.236	3034.426	VE	2240	9961244.911	497152.834	3126.224	VE
171	9961994.036	493345.734	3169.396	BO	1206	9962155.274	495292.986	3037.979	VE	2241	9961246.6	497147.29	3126.045	VE
172	9962022.105	493393.652	3165.434	BO	1207	9962142.746	495388.835	3035.462	VE	2242	9961234.814	497149.794	3126.005	VE
173	9962002.683	493345.087	3169.597	BO	1208	9962164.674	495390.7	3035.086	VE	2243	9961235.206	497143.724	3125.938	VE
174	9962020.015	493393.648	3165.52	BO	1209	9962156.038	495294.569	3037.908	VE	2244	9961234.676	497151.786	3126.817	TP
175	9962004.524	493344.122	3169.72	BO	1210	9962143.79	495383.322	3035.501	VE	2245	9961253.475	497158.099	3127.01	TP



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
176	9962018.986	493393.064	3165.597	BO	1211	9962165.633	495389.147	3035.153	VE	2246	9961242.461	497154.108	3127.065	TP
177	9962005.049	493342.346	3169.908	BO	1212	9962154.815	495306.101	3037.619	VE	2247	9961250.741	497170.647	3128.103	TP
178	9962018.09	493391.785	3165.754	BO	1213	9962145.23	495383.235	3035.514	VE	2248	9961239.129	497169.83	3128.001	TP
179	9962003.606	493323.568	3171.827	BO	1214	9962167.228	495388.855	3035.133	VE	2249	9961226.125	497166.59	3127.664	TP
180	9962017.795	493390.133	3165.926	BO	1215	9962174.065	495302.563	3037.545	VE	2250	9961245.469	497182.678	3128.62	TP
181	9962012.579	493322.482	3171.888	BO	1216	9962146.514	495382.065	3035.496	VE	2251	9961222.712	497178.149	3127.552	TP
182	9962016.492	493393.964	3165.472	PZ	1217	9962167.736	495383.322	3035.214	VE	2252	9961240.953	497184.546	3128.524	TP
183	9962014.083	493341.546	3170.26	BO	1218	9962174.981	495294.244	3037.775	VE	2253	9961232.792	497181.718	3127.87	TP
184	9962016.615	493374.398	3167.319	BO	1219	9962148.775	495361.746	3036.092	VE	2254	9961240.198	497188.584	3128.282	VE
185	9962015.139	493343.381	3170.059	BO	1220	9962166.124	495382.62	3035.276	VE	2255	9961229.925	497185.3	3127.606	VE
186	9962015.096	493353.445	3169.247	BO	1221	9962175.618	495293.008	3037.83	VE	2256	9961243.211	497186.027	3128.479	VE
187	9962016.995	493343.874	3169.984	BO	1222	9962150.802	495343.516	3036.704	VE	2257	9961228.125	497190.829	3127.617	VE
188	9962015.659	493351.812	3169.383	BO	1223	9962176.966	495292.504	3037.841	VE	2258	9961242.102	497188.643	3128.47	VE
189	9962020.976	493343.557	3170.028	BO	1224	9962165.742	495381.184	3035.324	VE	2259	9961246.305	497176.078	3128.313	VE
190	9962017.279	493350.907	3169.525	BO	1225	9962150.042	495341.378	3036.743	VE	2260	9961244.589	497175.189	3128.403	AC
191	9962026.512	493350.19	3169.882	BO	1226	9962167.709	495362.603	3035.872	VE	2261	9961240.797	497187.284	3128.433	AC
192	9962019.309	493342.769	3170.023	PL	1227	9962185.874	495292.473	3037.54	VE	2262	9961234.64	497185.734	3128.04	AC
193	9962013.482	493322.526	3171.868	PL	1228	9962146.91	495340.911	3036.921	VE	2263	9961250.678	497156.192	3126.811	AC
194	9961997.307	493344.847	3169.475	PL	1229	9962169.848	495342.893	3036.497	VE	2264	9961237.398	497193.814	3128.174	VE
195	9962014.507	493322.463	3171.892	LF	1230	9962148.022	495334.955	3037.075	VE	2265	9961252.412	497156.663	3126.748	VE
196	9962001.784	493323.885	3171.653	LF	1231	9962170.693	495341.276	3036.517	VE	2266	9961255.842	497158.74	3127.297	VE
197	9962015.012	493329.106	3171.36	LF	1232	9962172.938	495313.286	3037.25	VE	2267	9961256.174	497158.719	3126.799	VE
198	9962002.341	493333.799	3170.851	LF	1233	9962150.586	495334.742	3037.014	VE	2268	9961239.911	497195.153	3128.515	VE
199	9962015.985	493341.653	3170.242	LF	1234	9962172.171	495341.018	3036.528	VE	2269	9961260.621	497160.049	3126.755	VE
200	9962002.714	493340.909	3169.852	LF	1235	9962154.409	495309.66	3037.511	VE	2270	9961239.572	497197.19	3128.68	VE
201	9961999.022	493343.18	3169.824	LF	1236	9962151.854	495333.289	3037.019	VE	2271	9961257.321	497176.924	3128.036	VE
202	9961992.655	493343.749	3169.816	LF	1237	9962172.867	495335.014	3036.598	VE	2272	9961251.856	497176.621	3128.27	VE
203	9962023.376	493341.918	3170.091	LF	1238	9962153.211	495320.057	3037.337	VE	2273	9961251.141	497176.429	3128.599	VE
204	9961992.837	493355.259	3169.407	LF	1239	9962171.281	495334.268	3036.738	VE	2274	9961235.292	497211.069	3129.053	VE
205	9962023.901	493351.536	3169.759	LF	1240	9962170.875	495332.958	3036.773	VE	2275	9961253.552	497193.733	3128.976	VE
206	9962002.188	493354.609	3169.569	LF	1241	9962171.995	495322.607	3037.026	VE	2276	9961230.498	497226.176	3129.564	VE
207	9962017.079	493352.539	3169.343	LF	1242	9962172.053	495322.581	3037.091	AC	2277	9961249.966	497192.064	3129.02	VE
208	9962004.44	493356.961	3169.032	LF	1243	9962153.218	495320.048	3037.439	AC	2278	9961229.5	497228.23	3129.551	VE
209	9962016.353	493357.287	3168.508	PL	1244	9962154.346	495309.643	3037.681	AC	2279	9961249.942	497192.035	3129.06	VE
210	9962005.345	493367.771	3168.001	LF	1245	9962173.958	495322.564	3037.226	AC	2280	9961229.4	497228.338	3129.512	VE



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
211	9962017.73	493362.482	3167.81	LF	1246	9962151.458	495319.865	3037.715	AC	2281	9961253.046	497209.446	3129.811	VE
212	9962006.595	493381.949	3166.469	LF	1247	9962153.14	495308.859	3037.71	AC	2282	9961227.426	497227.94	3129.364	VE
213	9962018.918	493377.188	3167.235	LF	1248	9962151.819	495333.124	3037.207	AC	2283	9961244.965	497211.31	3129.699	VE
214	9962007.186	493393.084	3165.554	LF	1249	9962171.001	495332.893	3036.949	AC	2284	9961227.479	497227.935	3129.407	VE
215	9962019.271	493382.283	3166.881	LF	1250	9962173.21	495311.178	3037.364	AC	2285	9961221.869	497226.22	3128.983	VE
216	9962020.132	493390.928	3165.606	LF	1251	9962149.903	495332.716	3037.195	AC	2286	9961212.809	497223.368	3128.476	VE
217	9962003.036	493393.654	3165.515	LF	1252	9962171.484	495334.455	3036.832	AC	2287	9961210.214	497229.846	3128.666	VE
218	9962002.291	493401.769	3165.227	LF	1253	9962174.736	495311.248	3037.461	AC	2288	9961210.485	497228.932	3128.814	AC
219	9962021.829	493392.132	3165.528	LF	1254	9962151.145	495334.472	3037.165	AC	2289	9961212.71	497222.33	3128.835	AC
220	9962023.83	493392.067	3165.498	LF	1255	9962172.876	495335.004	3036.741	AC	2290	9961222.644	497233.643	3129.34	AC
221	9962007.698	493401.431	3165.291	LF	1256	9962174.439	495299.086	3037.714	AC	2291	9961222.648	497232.758	3129.413	AC
222	9962027.364	493399.551	3165.249	LF	1257	9962149.328	495334.923	3037.195	AC	2292	9961224.314	497225.862	3129.376	AC
223	9962008.99	493414.48	3163.558	LF	1258	9962172.645	495341.014	3036.619	AC	2293	9961224.075	497226.772	3129.372	AC
224	9962021.296	493399.952	3165.008	LF	1259	9962176.06	495299.28	3037.828	AC	2294	9961222.672	497232.626	3128.982	AC
225	9962009.667	493420.92	3163.476	LF	1260	9962147.266	495333.69	3037.269	AC	2295	9961229.393	497228.063	3129.596	AC
226	9962020.974	493402.567	3164.957	LF	1261	9962170.549	495341.464	3036.636	AC	2296	9961228.885	497226.917	3129.562	AC
227	9962010.282	493431.017	3162.202	LF	1262	9962174.938	495294.926	3037.902	AC	2297	9961234.703	497211.424	3129.093	AC
228	9962021.473	493410.222	3164.5	LF	1263	9962137.099	495334.93	3037.548	AC	2298	9961232.44	497234.847	3129.571	VE
229	9962011.189	493441.001	3161.192	LF	1264	9962169.983	495342.952	3036.65	AC	2299	9961233.7	497211.244	3129.114	AC
230	9962021.638	493413.414	3163.591	LF	1265	9962138.438	495341.03	3037.249	AC	2300	9961239.339	497194.799	3128.636	AC
231	9962021.41	493420.273	3162.317	PL	1266	9962176.342	495295.021	3037.889	AC	2301	9961238.591	497195.431	3128.658	AC
232	9962011.741	493449.078	3161.052	LF	1267	9962168.343	495358.414	3036.134	AC	2302	9961223.555	497189.621	3127.595	AC
233	9962022.344	493420.295	3162.308	LF	1268	9962137.196	495333.705	3037.56	AC	2303	9961223.472	497190.607	3127.639	AC
234	9962023.191	493430.279	3161.779	LF	1269	9962175.381	495293.32	3037.934	AC	2304	9961224.699	497183.707	3127.563	AC
235	9962024.004	493440.122	3161.4	LF	1270	9962165.794	495381.176	3035.433	AC	2305	9961224.879	497182.731	3127.542	AC
236	9962013	493463.667	3159.544	LF	1271	9962146.849	495341.003	3037.075	AC	2306	9961219.783	497321.13	3125.838	P8Estación
237	9962024.71	493455.346	3160.062	PL	1272	9962166.395	495382.842	3035.387	AC	2307	9961276.931	497250.74	3132.416	AUX12Est
238	9962013.809	493474.296	3158.532	LF	1273	9962176.363	495293.852	3037.931	AC	2308	9961243.271	497236.099	3130.414	AUX13Est
239	9962025.398	493457.979	3159.646	LF	1274	9962149.856	495341.33	3036.979	AC	2309	9961276.725	497232.567	3132.274	VE
240	9962014.273	493480.256	3157.937	LF	1275	9962167.791	495383.222	3035.277	AC	2310	9961221.031	497322.237	3125.805	TP
241	9962026.439	493470.841	3158.53	LF	1276	9962177.128	495292.569	3037.914	AC	2311	9961275.095	497237.524	3132.194	VE
242	9962026.942	493485.144	3157.439	PL	1277	9962150.707	495343.327	3036.794	AC	2312	9961224.805	497306.076	3125.536	TP
243	9962015.387	493497.821	3156.828	LF	1278	9962167.079	495388.841	3035.268	AC	2313	9961266.158	497234.398	3131.6	VE
244	9962027.839	493486.061	3157.314	LF	1279	9962177.337	495293.562	3037.908	AC	2314	9961265.982	497228.716	3131.607	VE
245	9962016.703	493509.244	3155.899	LF	1280	9962148.741	495361.83	3036.25	AC	2315	9961259.007	497232.515	3131.372	VE



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
246	9962029.208	493488.028	3156.746	LF	1281	9962165.491	495389.263	3035.266	AC	2316	9961232.025	497290.321	3125.735	TP
247	9962017.434	493517.732	3155.149	LF	1282	9962187.564	495292.624	3037.492	AC	2317	9961255.274	497241.698	3130.616	VE
248	9962027.484	493496.113	3156.721	LF	1283	9962167.222	495390.022	3035.286	AC	2318	9961252.146	497241.221	3130.554	VE
249	9962028.088	493505.919	3155.681	LF	1284	9962146.497	495381.649	3035.649	AC	2319	9961246.021	497256.783	3128.975	VE
250	9962022.908	493489.244	3157.071	AUX1Est	1285	9962187.806	495293.59	3037.493	AC	2320	9961249.797	497256.12	3129.329	VE
251	9962027.204	493487.126	3157.349	ID	1286	9962145.336	495383.121	3035.64	AC	2321	9961240.54	497273.403	3127.054	VE
252	9962007.56	493490.572	3157.089	VE	1287	9962166.335	495392.006	3035.206	AC	2322	9961234.676	497288.229	3125.819	VE
253	9962008.498	493496.408	3156.995	VE	1288	9962185.746	495286.988	3037.647	AC	2323	9961230.841	497297.97	3125.541	VE
254	9962034.551	493488.551	3156.462	VE	1289	9962143.744	495383.227	3035.593	AC	2324	9961223.558	497315.435	3125.573	VE
255	9962036.083	493494.334	3156.398	VE	1290	9962164.606	495391.94	3035.162	AC	2325	9961219.711	497323.404	3125.98	VE
256	9962034.352	493488.528	3156.624	BO	1291	9962177.816	495287.039	3038.017	AC	2326	9961276.113	497244.869	3132.479	TP
257	9962008.521	493496.51	3157.204	BO	1292	9962142.757	495388.906	3035.601	AC	2327	9961260.695	497242.752	3131.69	TP
258	9962035.817	493494.434	3156.591	BO	1293	9962162.769	495410.122	3034.538	AC	2328	9961276.946	497261.315	3131.834	TP
259	9962008.21	493490.525	3157.255	BO	1294	9962176.501	495286.25	3038.091	AC	2329	9961258.809	497256.445	3130.567	TP
260	9962014.034	493488.212	3157.42	LF	1295	9962144.965	495389.459	3035.343	AC	2330	9961269.627	497267.243	3130.657	TP
261	9962036.963	493487.241	3156.592	LF	1296	9962164.623	495410.432	3034.656	AC	2331	9961251.321	497269.874	3129.1	TP
262	9962007.346	493489.454	3157.302	LF	1297	9962176.119	495284.964	3038.163	AC	2332	9961278.317	497277.369	3130.635	TP
263	9962038.35	493494.9	3156.263	LF	1298	9962145.541	495391.344	3035.237	AC	2333	9961256.572	497282.248	3127.917	TP
264	9962006.661	493497.528	3157.254	LF	1299	9962162.804	495429.463	3033.887	AC	2334	9961270.893	497281.936	3129.404	TP
265	9962026.692	493441.434	3160.838	VE	1300	9962177.523	495272.196	3038.613	AC	2335	9961245.296	497281.546	3127.316	TP
266	9962026.689	493441.288	3161.18	BO	1301	9962143.465	495411.252	3034.552	AC	2336	9961270.502	497282.713	3128.825	TP
267	9962008.481	493443.09	3161.228	VE	1302	9962160.728	495429.196	3033.922	AC	2337	9961245.198	497299.747	3125.876	TP
268	9962008.375	493442.778	3161.207	BO	1303	9962179.494	495271.879	3038.606	AC	2338	9961280.153	497285.955	3130.111	TP
269	9962009.753	493447.76	3161.185	VE	1304	9962141.56	495429.31	3033.947	AC	2339	9961257.459	497305.462	3125.976	TP
270	9962009.738	493447.82	3161.276	BO	1305	9962161.436	495430.709	3033.881	AC	2340	9961278.665	497294.018	3129.229	TP
271	9962010.05	493449.192	3161.29	LF	1306	9962179.144	495257.222	3039.157	AC	2341	9961271.294	497311.013	3126.697	TP
272	9962029.799	493439.762	3161.225	LF	1307	9962162.748	495431.101	3033.826	AC	2342	9961269.064	497291.887	3128.268	TP
273	9962008.123	493441.155	3161.205	LF	1308	9962181.154	495257.007	3039.204	AC	2343	9961269.594	497326.363	3126.021	TP
274	9962020.034	493440.963	3161.072	PZA	1309	9962167.817	495431.108	3033.663	AC	2344	9961285.348	497308.874	3128.124	TP
275	9962016.492	493393.864	3165.455	PZA	1310	9962180.317	495246.44	3039.487	AC	2345	9961255.392	497319.416	3125.673	TP
276	9962029.375	493508.485	3155.607	LF	1311	9962168.013	495429.918	3033.676	AC	2346	9961289.14	497321.778	3127.531	TP
277	9962030.129	493516.05	3154.502	LF	1312	9962182.165	495246.604	3039.552	AC	2347	9961239.355	497314.84	3125.62	TP
278	9962029.557	493519.838	3154.428	PL	1313	9962140.592	495430.924	3033.922	AC	2348	9961300.673	497321.832	3128.855	TP
279	9962031.192	493525.705	3154.401	LF	1314	9962180.789	495245.288	3039.539	AC	2349	9961230.007	497326.843	3125.901	TP
280	9962017.878	493525.507	3154.646	LF	1315	9962139.376	495431.094	3033.945	AC	2350	9961312.232	497331.208	3129.547	TP





ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
281	9962018.144	493529.101	3154.251	LF	1316	9962182.302	495245.973	3039.578	AC	2351	9961250.413	497335.475	3125.776	TP
282	9962036.757	493542.726	3151.806	LF	1317	9962138.387	495437.224	3033.821	AC	2352	9961318.724	497345.311	3129.384	TP
283	9962018.431	493535.612	3153.571	LF	1318	9962167.747	495437.227	3033.478	AC	2353	9961270.588	497343.45	3126.001	TP
284	9962031.024	493543.007	3152.728	LF	1319	9962182.47	495244.487	3039.599	AC	2354	9961332.124	497352.345	3130.273	TP
285	9962034.323	493549.653	3152.174	LF	1320	9962138.185	495438.707	3033.748	AC	2355	9961292.164	497349.574	3126.557	TP
286	9962017.887	493545.274	3153.306	LF	1321	9962161.878	495437.237	3033.492	AC	2356	9961317.039	497352.628	3128.545	TP
287	9962032.161	493553.743	3152.073	PL	1322	9962192.609	495244.49	3039.346	AC	2357	9961286.914	497368.342	3126.875	TP
288	9962019.003	493547.298	3152.784	LF	1323	9962140.023	495437.826	3033.626	AC	2358	9961310.333	497363.617	3127.549	TP
289	9962019.447	493552.895	3152.561	LF	1324	9962160.372	495437.772	3033.543	AC	2359	9961267.002	497361.854	3127.392	TP
290	9962034.29	493577.451	3150.145	PL	1325	9962192.761	495245.907	3039.321	AC	2360	9961326.124	497360.537	3129.399	TP
291	9962021.121	493564.777	3151.688	LF	1326	9962140.478	495439.746	3033.518	AC	2361	9961249.82	497354.553	3128.143	TP
292	9962036.92	493584.415	3149.343	PL	1327	9962159.672	495439.469	3033.522	AC	2362	9961331.552	497370.096	3129.43	TP
293	9962022.082	493576.402	3151.016	LF	1328	9962138.64	495440.678	3033.541	AC	2363	9961231.274	497342.048	3127.81	TP
294	9962022.692	493584.528	3150.418	LF	1329	9962157.596	495459.853	3032.712	AC	2364	9961323.839	497373.232	3128.369	TP
295	9962024.55	493585.133	3150.128	VE	1330	9962144.759	495244.518	3040.575	AC	2365	9961222.123	497349.397	3129.36	TP
296	9962023.835	493572.26	3150.773	VE	1331	9962138.496	495458.536	3032.726	AC	2366	9961341.181	497383.654	3129.536	TP
297	9962022.304	493558.486	3151.878	VE	1332	9962159.395	495460.204	3032.726	AC	2367	9961236.597	497357.313	3129.713	TP
298	9962021.403	493552.817	3152.334	VE	1333	9962144.899	495245.899	3040.59	AC	2368	9961332.826	497389.259	3129.268	TP
299	9962020.91	493545.223	3152.864	VE	1334	9962136.283	495458.138	3032.74	AC	2369	9961256.433	497370.159	3129.681	TP
300	9962020.389	493544.106	3152.989	VE	1335	9962156.419	495470.667	3032.247	AC	2370	9961320.747	497381.004	3128.357	TP
301	9962019.094	493543.685	3153.231	VE	1336	9962156.591	495244.532	3040.095	AC	2371	9961268.358	497378.982	3129.819	TP
302	9962017.57	493543.768	3153.243	VE	1337	9962136.493	495477.87	3031.988	AC	2372	9961307.637	497378.004	3127.304	TP
303	9962017.557	493543.907	3153.402	BO	1338	9962158.448	495470.511	3032.365	AC	2373	9961281.249	497392.077	3129.563	TP
304	9962019.18	493543.747	3153.375	BO	1339	9962156.777	495245.772	3040.146	AC	2374	9961310.974	497384.664	3127.615	TP
305	9962020.331	493544.157	3153.269	BO	1340	9962134.429	495477.519	3032.022	AC	2375	9961290.281	497405.293	3130.393	TP
306	9962020.885	493545.505	3153.139	BO	1341	9962154.968	495484.804	3031.872	AC	2376	9961312.158	497387.486	3128.589	TP
307	9962021.471	493553.117	3152.443	BO	1342	9962158.617	495244.735	3040.176	AC	2377	9961309.128	497392.299	3128.498	TP
308	9962061.925	493736.393	3137.187	A l Estación	1343	9962135.546	495479.423	3031.998	AC	2378	9961291.565	497413.753	3129.08	TP
309	9962049.611	493642.102	3145.08	PZA	1344	9962153.193	495502.056	3031.388	AC	2379	9961317.384	497402.691	3128.318	TP
310	9962035.211	493573.569	3150.336	LF	1345	9962158.548	495245.703	3040.136	AC	2380	9961329.922	497390.57	3129.189	TP
311	9962036.468	493583.63	3149.414	LF	1346	9962131.668	495479.647	3032.066	AC	2381	9961314.587	497407.392	3128.523	TP
312	9962014.571	493585.295	3150.495	LF	1347	9962153.909	495503.988	3031.397	AC	2382	9961341.105	497373.862	3130.128	TP
313	9962042.761	493583.161	3149.028	LF	1348	9962160.514	495245.23	3039.858	AC	2383	9961307.641	497392.378	3128.491	TP
314	9962015.522	493586.085	3150.451	PL	1349	9962131.844	495478.434	3032.141	AC	2384	9961346.534	497365.062	3131.241	TP
315	9962037.904	493585.611	3149.173	VE	1350	9962155.002	495504.367	3031.347	AC	2385	9961296.377	497377.731	3127.201	TP





ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
316	9962014.345	493587.254	3149.955	VE	1351	9962159.536	495246.154	3039.954	AC	2386	9961357.336	497386.957	3131.18	TP
317	9962044.089	493585.075	3148.92	VE	1352	9962130.819	495485.212	3031.986	AC	2387	9961341.67	497397.574	3129.808	TP
318	9962021.397	493586.764	3149.764	VE	1353	9962154.697	495510.017	3031.19	AC	2388	9961313.539	497411.912	3128.531	CEA
319	9962047.469	493594.765	3148.98	VE	1354	9962161.082	495246.843	3039.733	AC	2389	9961333.761	497409.098	3128.865	CEA
320	9962022.329	493586.613	3149.76	VE	1355	9962130.664	495486.43	3031.99	AC	2390	9961326.146	497409.895	3128.439	CEA
321	9962041.021	493595.297	3149.17	VE	1356	9962152.704	495510.534	3031.223	AC	2391	9961357.775	497405.529	3130.218	CEA
322	9962024.333	493585.537	3150.012	VE	1357	9962159.886	495258.086	3039.29	AC	2392	9961345.384	497404.241	3129.844	EJ
323	9962039.779	493595.74	3149.184	VE	1358	9962158.268	495258.153	3039.291	AC	2393	9961347.455	497406.157	3129.679	P9Estación
324	9962015.803	493597.029	3150.007	VE	1359	9962133.914	495485.257	3032.049	AC	2394	9961242.988	497240.98	3130.136	VE
325	9962038.715	493596.531	3149.099	VE	1360	9962154.275	495511.208	3031.191	AC	2395	9961244.672	497245.277	3129.762	VE
326	9962023.024	493596.47	3149.721	VE	1361	9962158.463	495271.484	3038.806	AC	2396	9961235.489	497242.422	3129.663	TP
327	9962037.783	493598.669	3148.697	VE	1362	9962135.445	495488.088	3031.75	AC	2397	9961226.975	497242.18	3129.188	TP
328	9962025.11	493597.09	3149.596	VE	1363	9962152.03	495512.744	3031.164	AC	2398	9961221.147	497256.928	3127.974	TP
329	9962042.15	493614.547	3147.192	VE	1364	9962157.021	495284.79	3038.35	AC	2399	9961231.084	497261.449	3128.155	TP
330	9962027.198	493598.907	3149.06	VE	1365	9962133.33	495488.637	3031.837	AC	2400	9961235.678	497264.075	3128.153	VE
331	9962047.006	493631.211	3145.843	VE	1366	9962153.979	495513.142	3031.149	AC	2401	9961238.624	497266.016	3127.923	VE
332	9962031.052	493613.504	3147.576	VE	1367	9962156.392	495286.458	3038.315	AC	2402	9961233.974	497281.079	3126.421	VE
333	9962049.53	493639.61	3145.192	VE	1368	9962133.574	495505.613	3031.336	AC	2403	9961228.14	497279.446	3126.359	VE
334	9962034.954	493628.892	3146.297	VE	1369	9962150.461	495527.127	3030.674	AC	2404	9961215.317	497275.154	3126.141	TP
335	9962050.363	493640.671	3145.035	VE	1370	9962154.819	495287.038	3038.304	AC	2405	9961211.787	497272.294	3126.398	TP
336	9962051.785	493641.305	3144.844	VE	1371	9962152.194	495527.276	3030.711	AC	2406	9961212.592	497289.132	3125.838	TP
337	9962053.831	493641.32	3144.689	VE	1372	9962152.615	495292.633	3038.252	AC	2407	9961206.571	497298.402	3125.609	TP
338	9962055.181	493645.084	3144.57	VE	1373	9962149.056	495541.11	3030.247	AC	2408	9961199.005	497311.202	3125.271	TP
339	9962053.547	493645.428	3144.722	VE	1374	9962152.549	495293.654	3038.275	AC	2409	996216.496	497311.736	3125.602	TP
340	9962052.389	493646.555	3144.637	VE	1375	9962151.066	495540.753	3030.283	AC	2410	9961235.25	497308.266	3125.665	TA
341	9962052.036	493648.335	3144.411	VE	1376	9962154.791	495292.745	3038.182	AC	2411	9961236.471	497308.945	3125.762	TA
342	9962057.476	493666.987	3142.637	VE	1377	9962148.121	495550.264	3030.056	AC	2412	9961232.779	497316.891	3125.728	TA
343	9962062.991	493685.732	3140.929	VE	1378	9962154.286	495293.782	3038.174	AC	2413	9961231.614	497316.667	3125.904	TA
344	9962063.994	493688.891	3140.656	VE	1379	9962148.555	495551.586	3029.884	AC	2414	9961219.783	497321.13	3125.838	A
345	9962064.805	493690.01	3140.672	VE	1380	9962155.944	495294.661	3038.075	AC	2415	9961347.455	497406.157	3129.679	S
346	9962066.179	493690.769	3140.563	VE	1381	9962149.895	495552.346	3030.092	AC	2416	9961356.785	497421.499	3129.645	P10Estación
347	9962067.737	493694.857	3140.126	VE	1382	9962154.758	495294.983	3038.099	AC	2417	9961455.795	497418.769	3133.598	CU
348	9962066.815	493695.881	3140.064	VE	1383	9962149.604	495557.947	3029.778	AC	2418	9961455.925	497419.901	3133.719	CU
349	9962034.664	493627.899	3146.399	VE	1384	9962155.285	495300.823	3037.911	AC	2419	9961455.968	497419.934	3133.39	FCU
350	9962066.784	493695.943	3140.083	VE	1385	9962147.853	495558.857	3029.852	AC	2420	9961433.614	497423.606	3132.529	FCU



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
351	9962037.208	493638.008	3145.584	VE	1386	9962154.273	495300.886	3037.889	AC	2421	9961433.627	497423.623	3132.814	CU
352	9962066.53	493697.855	3139.742	VE	1387	9962149.291	495559.521	3029.754	AC	2422	9961433.361	497422.513	3132.724	CU
353	9962036.751	493640.993	3145.484	VE	1388	9962147.425	495561.484	3029.666	AC	2423	9961405.973	497427.119	3131.433	CU
354	9962071.913	493716.252	3138.048	VE	1389	9962146.89	495572.105	3029.249	AC	2424	9961407.796	497428.101	3131.636	CU
355	9962035.049	493642.701	3145.41	VE	1390	9962148.692	495571.997	3029.318	AC	2425	9961407.454	497427.998	3131.271	FCU
356	9962071.919	493716.229	3138.05	VE	1391	9962144.065	495608.306	3028.269	BO	2426	9961381.846	497432.215	3129.965	FCU
357	9962035.322	493648.893	3145.267	VE	1392	9962142.629	495608.61	3028.267	BO	2427	9961381.812	497432.393	3130.349	CU
358	9962038.806	493649.69	3144.976	VE	1393	9962141.885	495609.881	3028.229	BO	2428	9961381.296	497431.205	3130.219	CU
359	9962077.717	493735.994	3136.365	VE	1394	9962140.279	495625.337	3027.574	BO	2429	9961352.717	497435.982	3128.685	CU
360	9962040.704	493651.964	3144.449	VE	1395	9962138.628	495640.767	3027.045	BO	2430	9961353.113	497437.163	3128.84	CU
361	9962078.571	493737.596	3136.288	VE	1396	9962137.95	495647.277	3026.831	BO	2431	9961353.001	497436.974	3128.415	FCU
362	9962080.041	493738.589	3136.132	VE	1397	9962139.013	495648.914	3026.781	BO	2432	9961326.227	497441.423	3126.891	FCU
363	9962045.05	493668.585	3142.865	VE	1398	9962140.84	495649.111	3026.782	BO	2433	9961326.253	497441.446	3126.888	CU
364	9962081.816	493742.859	3135.929	VE	1399	9962118.695	495645.258	3027.03	BO	2434	9961326.241	497441.635	3127.291	CU
365	9962048.647	493682.932	3141.483	VE	1400	9962120.833	495628.448	3027.559	BO	2435	9961326.509	497440.194	3127.219	CU
366	9962080.945	493743.88	3135.945	VE	1401	9962122.462	495612.533	3028.032	BO	2436	9961447.116	497408.501	3133.753	PRT
367	9962050.846	493691.343	3140.768	VE	1402	9962123.777	495595.354	3028.753	BO	2437	9961446.957	497408.668	3133.621	PRT
368	9962080.54	493745.368	3135.88	VE	1403	9962121.795	495592.426	3028.836	BO	2438	9961446.775	497407.834	3133.614	PRT
369	9962050.245	493694.064	3140.682	VE	1404	9962121.186	495580.461	3029.298	BO	2439	9961446.913	497407.849	3133.752	PRT
370	9962049.231	493695.309	3140.638	VE	1405	9962124.054	495582.713	3029.275	BO	2440	9961309.109	497443.226	3126.192	CU
371	9962086.124	493764.47	3134.136	VE	1406	9962124.772	495582.829	3029.224	BO	2441	9961307.605	497444.771	3126.189	CU
372	9962047.376	493695.991	3140.369	VE	1407	9962125.653	495581.994	3029.124	BO	2442	9961307.698	497444.461	3125.856	FCU
373	9962047.846	493701.495	3140.248	VE	1408	9962127.439	495564.903	3029.619	BO	2443	9961436.533	497408.372	3133.144	PRT
374	9962092.452	493786.046	3132.111	VE	1409	9962128.821	495549.178	3030.195	BO	2444	9961436.293	497408.308	3133.348	PRT
375	9962050.217	493701.887	3140.416	VE	1410	9962128.1	495548.082	3030.445	BO	2445	9961436.268	497407.538	3133.154	PRT
376	9962093.6	493787.779	3131.931	VE	1411	9962126.205	495547.628	3030.733	BO	2446	9961436.248	497407.587	3133.304	PRT
377	9962052.889	493702.884	3140.154	VE	1412	9962148.576	495361.516	3036.293	PL	2447	9961287.536	497446.878	3124.935	CU
378	9962095.322	493788.426	3131.766	VE	1413	9962146.372	495362.347	3036.318	LF	2448	9961288.04	497448.043	3125.083	CU
379	9962054.258	493704.971	3139.799	VE	1414	9962148.271	495343.914	3036.733	LF	2449	9961288.193	497447.735	3124.688	FCU
380	9962058.327	493720.606	3138.221	VE	1415	9962138.458	495342.403	3037.276	LF	2450	9961422.982	497410.749	3132.587	PRT
381	9962096.509	493792.357	3131.349	VE	1416	9962118.898	495643.721	3026.959	PL	2451	9961422.692	497409.723	3132.576	PRT
382	9962058.346	493720.626	3138.204	VE	1417	9962140.154	495648.396	3026.773	PL	2452	9961264.349	497450.357	3123.602	CU
383	9962062.108	493735.558	3136.911	VE	1418	9962144.626	495341.432	3037.124	PL	2453	9961261.449	497452.272	3123.545	CU
384	9962095.299	493794.146	3131.448	VE	1419	9962122.34	495612.034	3028.248	PL	2454	9961261.661	497451.946	3123.168	FCU
385	9962062.091	493735.562	3136.89	VE	1420	9962139.008	495640.682	3027.099	ID	2455	9961396.96	497414.985	3131.475	PRT



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
386	9962061.583	493738.797	3136.756	VE	1421	9962151.775	495331.601	3037.217	PL	2456	9961396.761	497414.044	3131.396	PRT
387	9962095.196	493795.487	3131.29	VE	1422	9962122.309	495612.02	3028.217	PL	2457	9961243.415	497453.791	3122.361	CU
388	9962061.548	493738.722	3137.034	VE	1423	9962140.063	495631.03	3027.379	PL	2458	9961242.533	497455.142	3122.448	CU
389	9962062.147	493735.947	3137.2	VE	1424	9962125.444	495579.432	3029.241	PL	2459	9961242.58	497454.783	3122.065	FCU
390	9962100.498	493813.468	3129.364	VE	1425	9962166.837	495373.39	3035.57	PL	2460	9961373.104	497417.844	3130.153	PRT
391	9962058.102	493719.95	3138.476	VE	1426	9962132.543	495603.388	3028.469	PZ	2461	9961372.874	497420.967	3130.165	PRT
392	9962104.328	493826.648	3128.153	VE	1427	9962125.432	495579.451	3029.269	PL	2462	9961227.796	497457.15	3121.627	CU
393	9962105.194	493828.18	3127.945	VE	1428	9962168.661	495371.908	3035.72	LF	2463	9961228.088	497455.713	3121.54	CU
394	9962105.273	493828.167	3128.242	BO	1429	9962147.959	495560.695	3029.753	PL	2464	9961227.685	497456.872	3121.218	FCU
395	9962104.362	493826.609	3128.455	BO	1430	9962170.839	495352.076	3036.352	LF	2465	9961350.603	497424.76	3128.953	PRT
396	9962060.818	493739.675	3136.967	BO	1431	9962137.813	495555.562	3029.989	PZ	2466	9961349.91	497421.836	3128.857	PRT
397	9962099.452	493809.684	3130.104	BO	1432	9962147.902	495550.099	3029.874	S	2467	9961212.904	497459.07	3120.838	CU
398	9962062.066	493735.766	3137.19	BO	1433	9962147.924	495549.645	3029.887	S	2468	9961213.788	497457.574	3120.563	CU
399	9962095.245	493795.4	3131.516	BO	1434	9962147.594	495549.613	3029.89	S	2469	9961213.753	497458.556	3120.488	FCU
400	9962058.187	493720.227	3138.473	BO	1435	9962128.701	495550.119	3030.24	PL	2470	9961318.157	497430.057	3126.948	PRT
401	9962096.575	493792.476	3131.616	BO	1436	9962140.636	495530.35	3030.78	PZ	2471	9961211.862	497446.294	3120.193	PRT
402	9962054.353	493705.321	3139.835	BO	1437	9962151.11	495523.75	3030.849	PL	2472	9961317.67	497427.13	3126.944	PRT
403	9962095.282	493788.417	3131.843	BO	1438	9962133.05	495506.255	3031.246	PL	2473	9961211.43	497443.162	3120.185	PRT
404	9962051.303	493702.164	3140.475	BO	1439	9962173.115	495342.119	3036.557	LF	2474	9961301.73	497429.781	3125.95	PRT
405	9962093.272	493787.443	3132.149	BO	1440	9962142.884	495507.101	3031.313	PZ	2475	9961229.588	497440.941	3121.373	PRT
406	9962048.346	493701.845	3140.886	BO	1441	9962160.804	495338.228	3036.988	PZ	2476	9961301.618	497432.891	3125.927	PRT
407	9962092.47	493785.941	3132.324	BO	1442	9962133.452	495495.593	3031.544	ID	2477	9961230.424	497443.853	3121.649	PRT
408	9962047.205	493695.707	3140.939	BO	1443	9962146.075	495482.335	3032.01	PZ	2478	9961279.119	497436.505	3124.464	PRT
409	9962087.026	493767.402	3133.927	BO	1444	9962150.913	495541.181	3030.268	LF	2479	9961247.916	497441.545	3122.624	PRT
410	9962049.597	493694.803	3140.862	BO	1445	9962170.438	495332.242	3036.718	S	2480	9961278.548	497433.547	3124.456	PRT
411	9962080.757	493746	3135.844	BO	1446	9962170.765	495332.34	3036.736	S	2481	9961247.956	497438.364	3122.526	PRT
412	9962050.806	493691.588	3140.996	BO	1447	9962170.858	495331.848	3036.735	S	2482	9961262.057	497436.181	3123.424	PRT
413	9962080.887	493744.131	3135.98	BO	1448	9962136.803	495477.471	3031.901	S	2483	9961261.798	497439.346	3123.422	PRT
414	9962082.001	493742.847	3136.028	BO	1449	9962137.141	495477.512	3031.957	S	2484	9961279.266	497450.137	3124.685	PL
415	9962045.877	493672.307	3142.711	BO	1450	9962137.181	495477.036	3031.972	S	2485	9961273.416	497453.196	3126.661	BS
416	9962080.152	493738.512	3136.364	BO	1451	9962138.301	495458.59	3032.696	PL	2486	9961292.623	497450.076	3128.309	BS
417	9962041.098	493653.426	3144.506	BO	1452	9962135.085	495487.955	3031.741	PL	2487	9961324.94	497444.532	3129.693	BS
418	9962078.949	493737.939	3136.516	BO	1453	9962171.4	495330.976	3036.986	PL	2488	9961323.923	497442.805	3127.824	PL
419	9962038.69	493649.565	3145.082	BO	1454	9962150.135	495549.548	3030.009	LF	2489	9961345.765	497439.444	3129.401	BS
420	9962077.824	493736.053	3136.685	BO	1455	9962172.93	495332.19	3036.964	LF	2490	9961361.491	497436.512	3129.787	BS



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
421	9962035.402	493648.985	3145.465	BO	1456	9962139.655	495439.643	3033.557	PL	2491	9961367.667	497435.402	3130.009	PL
422	9962072.124	493716.634	3138.33	BO	1457	9962135.043	495487.947	3031.783	PL	2492	9961450.925	497392.059	3133.665	CU
423	9962035.095	493642.585	3145.585	BO	1458	9962173.778	495323.837	3037.188	LF	2493	9961451.02	497393.398	3133.538	CU
424	9962067.02	493699.164	3139.845	BO	1459	9962152.943	495502.13	3031.215	S	2494	9961450.638	497391.841	3133.544	FCU
425	9962036.934	493640.591	3145.701	BO	1460	9962153.014	495501.669	3031.26	S	2495	9961326.352	497412.715	3127.486	CU
426	9962066.631	493697.893	3140.031	BO	1461	9962152.673	495501.624	3031.295	S	2496	9961326.735	497414.155	3127.396	CU
427	9962037.146	493637.849	3145.796	BO	1462	9962155.484	495477.852	3031.923	S	2497	9961326.458	497413.013	3127.119	FCU
428	9962067.149	493695.509	3140.233	BO	1463	9962155.132	495477.826	3031.923	S	2498	9961433.262	497395.278	3132.538	FCU
429	9962033.139	493622.322	3147.035	BO	1464	9962155.163	495477.331	3031.961	S	2499	9961433.228	497395.065	3132.953	CU
430	9962067.884	493694.807	3140.32	BO	1465	9962155.325	495484.721	3031.805	PL	2500	9961433.369	497396.369	3132.862	CU
431	9962029.316	493606.859	3148.371	BO	1466	9962175.416	495297.025	3037.86	PL	2501	9961319.171	497413.797	3127.026	CU
432	9962066.424	493690.613	3140.661	BO	1467	9962159.386	495446.774	3033.216	PL	2502	9961413.573	497398.584	3131.715	CU
433	9962027.621	493600.245	3148.942	BO	1468	9962155.661	495295.558	3038.034	PL	2503	9961413.517	497398.352	3132.102	CU
434	9962065.12	493690.182	3140.737	BO	1469	9962150.612	495434.464	3033.766	PZ	2504	9961413.634	497399.533	3132.028	CU
435	9962025.422	493597.335	3149.546	BO	1470	9962152.95	495292.438	3038	S	2505	9961295.515	497417.847	3125.523	CU
436	9962064.035	493688.947	3140.842	BO	1471	9962153.392	495292.419	3038.005	S	2506	9961295.828	497419.357	3125.474	CU
437	9962022.707	493596.558	3149.881	BO	1472	9962153.469	495292.113	3038.002	S	2507	9961295.568	497418.138	3125.165	FCU
438	9962058.631	493670.626	3142.39	BO	1473	9962160.385	495427.206	3033.794	S	2508	9961393.614	497401.859	3130.782	FCU
439	9962013.617	493597.231	3150.197	BO	1474	9962160.736	495427.239	3033.814	S	2509	9961393.623	497401.67	3131.165	CU
440	9962052.168	493648.495	3144.627	BO	1475	9962160.76	495426.755	3033.831	S	2510	9961393.711	497402.938	3131.098	CU
441	9962012.603	493587.313	3150.182	BO	1476	9962141.901	495428.501	3033.735	S	2511	9961274.214	497421.064	3124.12	CU
442	9962052.206	493646.877	3144.672	BO	1477	9962142	495428.059	3033.764	S	2512	9961274.474	497422.627	3124.072	CU
443	9962020.848	493586.702	3149.935	BO	1478	9962142.243	495428.056	3033.74	S	2513	9961274.312	497421.659	3123.794	FCU
444	9962054.19	493645.268	3144.781	BO	1479	9962153.838	495287.695	3038.112	S	2514	9961374.884	497404.951	3129.836	FCU
445	9962022.456	493586.468	3149.856	BO	1480	9962154.334	495287.707	3038.13	S	2515	9961374.861	497404.751	3130.228	CU
446	9962052.838	493641.325	3145.031	BO	1481	9962154.293	495287.458	3038.115	S	2516	9961374.919	497406.129	3130.133	CU
447	9962051.367	493641.218	3145.192	BO	1482	9962140.672	495429.148	3033.988	PZA	2517	9961253.627	497424.715	3122.77	CU
448	9962049.575	493639.683	3145.438	BO	1483	9962144.405	495390.726	3035.364	PZA	2518	9961253.79	497425.866	3122.7	CU
449	9962044.44	493622.056	3146.873	BO	1484	9962163.238	495410.261	3034.586	PL	2519	9961253.554	497424.988	3122.445	FCU
450	9962037.983	493599.784	3148.783	BO	1485	9962141.565	495426.781	3033.995	PL	2520	9961358.004	497407.712	3128.929	FCU
451	9962037.87	493598.433	3148.888	BO	1486	9962145.043	495391.999	3035.251	PL	2521	9961357.925	497407.542	3129.32	CU
452	9962038.785	493596.509	3149.143	BO	1487	9962157.448	495283.589	3038.184	S	2522	9961358.055	497408.853	3129.211	CU
453	9962040.928	493595.384	3149.327	BO	1488	9962157.729	495283.592	3038.187	S	2523	9961235.463	497427.338	3121.51	CU
454	9962050.404	493594.604	3149.025	BO	1489	9962157.849	495283.143	3038.189	S	2524	9961235.661	497428.736	3121.422	CU
455	9962048.938	493594.306	3148.875	S	1490	9962147.411	495379.08	3035.541	S	2525	9961235.717	497427.598	3121.131	FCU



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
456	9962049.192	493594.124	3148.866	S	1491	9962147.072	495379.025	3035.542	S	2526	9961230.472	497427.562	3121.248	PL
457	9962048.692	493594.156	3148.897	S	1492	9962147.144	495378.545	3035.531	S	2527	9961364.321	497405.532	3130.549	BS
458	9962049.214	493594.491	3148.87	S	1493	9962165.773	495379.05	3035.415	S	2528	9961274.215	497420.685	3124.354	PL
459	9962047.277	493584.769	3148.991	S	1494	9962165.48	495378.989	3035.37	S	2529	9961380.641	497402.517	3131.839	BS
460	9962047.341	493584.731	3148.989	BO	1495	9962165.887	495378.55	3035.384	S	2530	9961319.129	497413.498	3127.258	PL
461	9962038.012	493585.505	3149.319	BO	1496	9962143.344	495404.006	3034.755	PZA	2531	9961346.983	497408.686	3129.232	BS
462	9962049.482	493595.874	3148.907	LF	1497	9962145.678	495381.175	3035.678	PZA	2532	9961326.798	497411.774	3128.438	BS
463	9962013.99	493598.616	3150.092	LF	1498	9962166.033	495289.905	3038.166	PZ	2533	9961362.784	497406.3	3129.834	PL
464	9962039.994	493596.484	3148.793	LF	1499	9962155.804	495386.205	3035.499	PZ	2534	9961313.714	497413.16	3128.279	BS
465	9962017.355	493598.353	3150.083	LF	1500	9962147.3	495387.408	3035.326	VA	2535	9961299.64	497413.836	3129.687	BS
466	9962039.098	493597.919	3148.541	LF	1501	9962168.51	495389.157	3035.206	ID	2536	9961276.77	497415.927	3129.989	BS
467	9962025.011	493598.349	3149.49	LF	1502	9962175.534	495285.246	3038.006	S	2537	9962160.717	494572.458	3078.627	A9Estación
468	9962044.359	493615.016	3147.464	LF	1503	9962175.861	495285.249	3037.989	S	2538	9962231.374	494548.238	3077.225	A8Estación
469	9962030.37	493617.949	3147.296	LF	1504	9962175.89	495284.741	3038.008	S	2539	9962270.545	494569.387	3077.179	CE
470	9962047.222	493624.87	3146.389	LF	1505	9962184.502	495286.587	3037.701	PL	2540	9962275.235	494598.87	3077.588	CE
471	9962033.035	493630.448	3146.548	LF	1506	9962155.053	495285.108	3037.362	LF	2541	9962279.498	494624.46	3078.667	CE
472	9962034.969	493640.149	3145.925	LF	1507	9962161.767	495438.363	3032.537	LF	2542	9962264.414	494642.224	3077.765	CE
473	9962049.593	493642.146	3145.079	PZA	1508	9962167.157	495438.351	3032.502	LF	2543	9962264.429	494642.551	3082.473	CE
474	9962035.613	493650.498	3145.619	LF	1509	9962159.483	495459.907	3031.71	LF	2544	9962281.413	494638.813	3077.468	CE
475	9962056.776	493657.768	3143.62	LF	1510	9962155.979	495275.862	3037.676	LF	2545	9962243.585	494646.309	3077.473	CE
476	9962038.765	493650.567	3145.05	LF	1511	9962158.35	495470.653	3031.349	LF	2546	9962220.083	494650.487	3077.465	CE
477	9962059.512	493667.25	3142.538	LF	1512	9962156.877	495484.953	3030.813	LF	2547	9962215.796	494591.602	3082.594	GAL
478	9962041.538	493663.072	3143.774	LF	1513	9962155.03	495503.06	3030.381	LF	2548	9962189.122	494590.969	3082.574	GAL
479	9962062.463	493677.365	3141.974	LF	1514	9962156.176	495265.992	3038.031	LF	2549	9962188.573	494611.644	3082.586	GAL
480	9962045.066	493677.206	3142.353	LF	1515	9962159.811	495256.065	3039.37	PL	2550	9962187.549	494646.634	3082.524	GAL
481	9962065.747	493688.556	3140.946	LF	1516	9962151.968	495508.58	3031.105	VA	2551	9962188.475	494611.82	3077.962	GAL
482	9962048.94	493693.483	3141.008	LF	1517	9962179.501	495255.873	3039.198	PL	2552	9962189.099	494590.996	3077.895	GAL
483	9962068.633	493699.41	3139.761	LF	1518	9962181.958	495245.389	3039.556	PL	2553	9962187.496	494656.007	3077.923	CE
484	9962046.996	493694.215	3141.196	LF	1519	9962192.034	495244.97	3039.368	PL	2554	9962187.737	494655.867	3083.016	CE
485	9962073.232	493715.396	3138.428	LF	1520	9962180.586	495247.717	3039.46	ID	2555	9962215.217	494612.419	3082.588	GAL
486	9962076.63	493725.91	3137.452	LF	1521	9962157.443	495244.13	3039.938	S	2556	9962173.154	494564.848	3078.232	VE
487	9962048.335	493703.204	3140.982	LF	1522	9962157.492	495244.449	3039.919	S	2557	9962155.506	494568.756	3078.728	VE
488	9962079.746	493736.301	3136.703	LF	1523	9962157.899	495244.423	3039.915	S	2558	9962171.953	494566.574	3078.296	VE
489	9962051.574	493704.511	3140.218	LF	1524	9962146.047	495244.939	3040.51	PL	2559	9962159.164	494570.203	3078.446	VE
490	9962082.433	493744.947	3135.915	LF	1525	9962185.792	495383.23	3034.679	VE	2560	9962170.916	494569.689	3078.221	VE



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
491	9962055.86	493719.649	3138.778	LF	1526	9962186.08	495388.713	3034.635	VE	2561	9962162.144	494575.304	3078.145	VE
492	9962087.061	493760.587	3134.333	LF	1527	9962186.058	495388.796	3034.787	AC	2562	9962173.16	494575.636	3078.034	VE
493	9962055.976	493719.61	3138.751	LF	1528	9962185.707	495383.146	3034.806	AC	2563	9962165.776	494596.238	3077.005	VE
494	9962060.356	493739.165	3137.082	LF	1529	9962186.109	495389.978	3034.776	AC	2564	9962173.479	494570.609	3078.266	VE
495	9962094.424	493785.68	3132.3	LF	1530	9962185.659	495381.743	3034.823	AC	2565	9962170.398	494622.823	3075.66	VE
496	9962057.689	493720.432	3138.507	PL	1531	9962174.396	495382.821	3035.136	PL	2566	9962176.196	494593.413	3077.007	VE
497	9962047.922	493682.693	3141.791	PL	1532	9962135.157	495388.826	3035.738	VE	2567	9962179.676	494613.915	3076.055	VE
498	9962041.2	493656.144	3144.326	PL	1533	9962134.818	495383.267	3035.781	VE	2568	9962175.976	494655.03	3074.007	VE
499	9962070.782	493770.945	3134.205	PL	1534	9962135.053	495388.851	3035.858	AC	2569	9962182.986	494633.584	3074.852	VE
500	9962067.233	493756.819	3135.45	PL	1535	9962134.896	495383.214	3035.942	AC	2570	9962180.089	494678.438	3072.521	VE
501	9962034.404	493629.201	3146.529	PL	1536	9962134.78	495389.951	3035.899	LF	2571	9962187.476	494656.331	3073.964	LT
502	9962027.781	493603.454	3148.38	PL	1537	9962134.905	495381.521	3035.924	LF	2572	9962182.574	494691.999	3071.404	VE
503	9962024.404	493596.77	3149.74	PL	1538	9962139.346	495382.949	3035.807	PL	2573	9962189.626	494672.327	3072.737	VE
504	9962024.316	493596.392	3149.629	S	1539	9962175.537	495340.907	3036.377	VE	2574	9962192.287	494683.184	3072.365	LT
505	9962024.26	493596.055	3149.632	S	1540	9962177.861	495334.993	3036.536	VE	2575	9962195.751	494700.202	3070.955	VE
506	9962023.827	493596.339	3149.646	S	1541	9962178.295	495333.998	3036.596	LF	2576	9962187.354	494731.875	3069.11	LF
507	9962042.423	493596.078	3148.81	ID	1542	9962174.97	495342.086	3036.512	LF	2577	9962199.123	494724.169	3069.051	LF
508	9962096.813	493838.237	3128.173	A2Estación	1543	9962175.089	495340.974	3036.557	AC	2578	9962182.251	494702.453	3071.224	LF
509	9962098.698	493834.822	3127.985	PZ	1544	9962178.54	495335.007	3036.559	AC	2579	9962202.37	494743.966	3067.792	LF
510	9962036.511	493643.08	3145.439	PZA	1545	9962142.749	495287.087	3038.522	VE	2580	9962176.671	494670.174	3073.282	LF
511	9962053.728	493642.698	3145.21	PZ	1546	9962142.629	495292.514	3038.43	VE	2581	9962206.845	494769.045	3065.912	LF
512	9962049.674	493642.029	3145.065	PZA	1547	9962142.665	495292.537	3038.597	AC	2582	9962209.902	494786.136	3065.444	LF
513	9962084.682	493831.016	3128.638	VE	1548	9962142.63	495293.47	3038.619	AC	2583	9962169.95	494631.516	3075.436	LF
514	9962059.632	493640.944	3144.299	VE	1549	9962142.69	495287.001	3038.672	AC	2584	9962212.777	494803.328	3064.484	LT
515	9962059.705	493644.263	3144.374	VE	1550	9962142.638	495285.562	3038.69	LF	2585	9962164.451	494600.044	3077.099	LF
516	9962085.586	493827.696	3128.758	VE	1551	9962179.496	495431.125	3033.201	VE	2586	9962202.68	494803.24	3064.323	AC
517	9962059.824	493644.476	3144.578	BO	1552	9962179.295	495437.129	3033.045	VE	2587	9962160.111	494575.199	3078.47	LF
518	9962059.432	493640.624	3144.638	BO	1553	9962179.295	495431.07	3033.333	AC	2588	9962199.878	494787.893	3065.482	AC
519	9962077.863	493797.258	3131.739	VE	1554	9962179.321	495437.165	3033.055	AC	2589	9962158.786	494572.485	3078.717	LF
520	9962070.324	493690.305	3140.267	VE	1555	9962179.089	495429.834	3033.311	AC	2590	9962197.715	494786.523	3065.596	AC
521	9962075.892	493794.359	3132.159	VE	1556	9962179.373	495438.324	3033.155	LF	2591	9962156.21	494570.999	3078.894	LF
522	9962069.742	493694.156	3140.119	VE	1557	9962172.689	495430.414	3033.487	PL	2592	9962161.167	494576.939	3078.353	PL
523	9962074.552	493793.642	3132.369	VE	1558	9962162.817	495430.264	3033.853	PZA	2593	9962199.772	494788.202	3065.384	PL
524	9962069.707	493694.243	3140.357	BO	1559	9962124.61	495431.101	3034.223	VE	2594	9962175.205	494653.926	3074.156	PL
525	9962070.469	493690.116	3140.432	BO	1560	9962124.047	495437.042	3034.106	VE	2595	9962193.826	494755.511	3067.241	PL



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
526	9962072.923	493786.158	3132.668	VE	1561	9962124.63	495430.98	3034.4	AC	2596	9962181.248	494686.962	3072.199	PL
527	9962070.398	493689.368	3140.507	LF	1562	9962123.991	495437.158	3034.283	AC	2597	9962184.539	494705.119	3071.179	PL
528	9962074.112	493782.845	3132.839	VE	1563	9962123.867	495438.34	3034.288	AC	2598	9962188.879	494736.627	3068.757	AUX3Est
529	9962070.272	493767.376	3134.127	VE	1564	9962124.447	495429.99	3034.404	LF	2599	9962187.171	494664.028	3073.405	AUX14Est
530	9962066.702	493753.494	3135.584	VE	1565	9962104.233	495485.056	3032.671	VE	2600	9962229.877	494735.346	3067.864	AUX15Est
531	9962082.882	493738.454	3135.987	VE	1566	9962104.509	495479.643	3032.732	VE	2601	9962202.147	494739.443	3068.821	C
532	9962065.254	493748.719	3136.103	VE	1567	9962104.379	495478.314	3032.932	AC	2602	9962211.857	494738.609	3068.725	C
533	9962092.295	493737.637	3135.197	VE	1568	9962104.33	495479.524	3032.894	AC	2603	9962208.627	494756.756	3068.659	C
534	9962063.907	493747.557	3136.351	VE	1569	9962104.607	495485.122	3032.816	AC	2604	9962200.925	494732.444	3069.483	GAL
535	9962093.354	493741.423	3135.12	VE	1570	9962104.672	495486.309	3032.802	AC	2605	9962206.749	494732.423	3068.888	GAL
536	9962060.97	493746.897	3136.567	VE	1571	9962134.727	495430.811	3034.087	PL	2606	9962212.818	494731.406	3068.757	GAL
537	9962084.631	493742.188	3135.664	VE	1572	9962168.518	495509.872	3030.774	VE	2607	9962211.446	494724.296	3069.223	GAL
538	9962053.063	493747.573	3136.761	VE	1573	9962170.054	495504.549	3030.798	VE	2608	9962218.53	494723.519	3069.093	GAL
539	9962057.264	493741.481	3136.667	VE	1574	9962168.528	495509.979	3030.894	AC	2609	9962216.147	494710.917	3069.604	GAL
540	9962084.657	493742.311	3135.935	BO	1575	9962170.033	495504.542	3030.923	AC	2610	9962237.324	494710.56	3068.433	GAL
541	9962054.749	493747.542	3136.819	BO	1576	9962168.381	495511.147	3030.888	AC	2611	9962240.85	494727.11	3068.134	GAL
542	9962092.145	493741.604	3135.485	BO	1577	9962163.14	495503.19	3031.116	LF	2612	9962250.406	494734.012	3067.841	GAL
543	9962060.752	493746.944	3136.701	BO	1578	9962160.283	495510.267	3031.05	PL	2613	9962251.958	494725.504	3067.79	GAL
544	9962092.269	493737.542	3135.604	BO	1579	9962129.233	495479.215	3032.185	PL	2614	9962252.454	494733.703	3067.827	GAL
545	9962063.62	493747.394	3136.404	BO	1580	9962138.855	495431.649	3033.727	S	2615	9962252.764	494747.751	3064.914	GAL
546	9962083.565	493738.273	3136.118	BO	1581	9962138.395	495431.625	3033.739	S	2616	9962257.074	494772.548	3064.687	GAL
547	9962065.443	493749.39	3136.106	BO	1582	9962138.878	495431.313	3033.748	S	2617	9962255.778	494770.419	3064.657	RP
548	9962093.242	493737.346	3135.552	PL	1583	9962133.078	495479.801	3031.919	S	2618	9962254.871	494765.559	3064.944	RP
549	9962068.788	493761.513	3134.985	BO	1584	9962133.589	495479.811	3031.918	S	2619	9962237.022	494773.869	3064.634	RP
550	9962067.476	493759.86	3135.369	PZ	1585	9962133.592	495480.17	3031.903	S	2620	9962235.964	494768.964	3064.981	RP
551	9962092.991	493736.028	3135.554	LF	1586	9962133.394	495484.633	3031.823	S	2621	9962249.369	494774.068	3064.616	GAL
552	9962070.001	493769.655	3134.306	PZ	1587	9962133.387	495484.965	3031.822	S	2622	9962238.082	494778.679	3064.595	GAL
553	9962082.323	493736.817	3136.177	LF	1588	9962132.886	495484.939	3031.827	S	2623	9962249.652	494776.295	3064.635	GAL
554	9962073.959	493782.125	3133.235	BO	1589	9962155.413	495509.909	3031.011	VE	2624	9962241.674	494797.773	3064.532	GAL
555	9962073.712	493784.646	3133.134	BO	1590	9962156.075	495504.446	3031.176	VE	2625	9962232.853	494799.588	3064.807	GAL
556	9962093.959	493785.746	3132.296	PL	1591	9962155.344	495509.982	3031.181	AC	2626	9962231.524	494792.578	3064.763	GAL
557	9962072.868	493786.026	3133.02	BO	1592	9962156.03	495504.38	3031.313	AC	2627	9962215.456	494795.309	3064.864	GAL
558	9962096.192	493788.333	3131.514	VE	1593	9962155.3	495511.041	3031.156	AC	2628	9962218.611	494701.739	3074.823	LT
559	9962096.189	493788.329	3131.521	BO	1594	9962156.693	495503.157	3031.296	LF	2629	9962231.466	494699.633	3074.815	LT
560	9962074.587	493793.673	3132.624	BO	1595	9962134.299	495500.819	3031.23	S	2630	9962272.761	494722.247	3069.829	GAL





ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
561	9962103.811	493787.699	3131.297	BO	1596	9962134.31	495500.317	3031.24	S	2631	9962295.145	494720.066	3070.231	GAL
562	9962077.355	493795.922	3132.164	BO	1597	9962134.738	495500.356	3031.268	S	2632	9962267.836	494731.446	3071.415	GAL
563	9962103.764	493787.703	3131.038	VE	1598	9962168.439	495552.413	3029.378	VE	2633	9962221.776	494714.652	3069.169	TP
564	9962104.194	493791.476	3130.928	VE	1599	9962168.193	495557.818	3029.306	VE	2634	9962228.851	494713.281	3068.722	TP
565	9962078.694	493800.744	3131.578	BO	1600	9962168.372	495552.329	3029.534	AC	2635	9962224.98	494733.302	3068.167	TP
566	9962104.245	493791.6	3131.214	BO	1601	9962167.936	495557.971	3029.461	AC	2636	9962233.517	494728.12	3068.287	TP
567	9962081.983	493813.491	3130.333	BO	1602	9962167.908	495559.334	3029.496	AC	2637	9962226.555	494748.268	3066.97	TP
568	9962098.666	493792.09	3131.465	BO	1603	9962167.269	495551.232	3029.52	LF	2638	9962236.942	494746.36	3066.827	TP
569	9962085.434	493827.123	3129.041	BO	1604	9962157.538	495551.996	3029.755	PL	2639	9962226.757	494763.715	3065.477	TP
570	9962098.625	493791.986	3131.266	VE	1605	9962152.617	495551.25	3029.847	LF	2640	9962236.532	494760.466	3065.323	TP
571	9962084.786	493830.795	3128.856	BO	1606	9962150.469	495559.104	3029.767	AC	2641	9962228.772	494765.627	3065.217	S
572	9962097.026	493794.577	3131.941	LF	1607	9962150.926	495552.336	3029.842	AC	2642	9962229.222	494765.409	3065.199	S
573	9962101.462	493811.265	3129.85	PL	1608	9962150.35	495557.927	3029.8	AC	2643	9962228.951	494765.962	3065.218	S
574	9962102.173	493811.751	3129.378	LF	1609	9962150.478	495557.836	3029.685	VE	2644	9962233.302	494774.15	3064.59	TP
575	9962084.297	493830.855	3128.81	PL	1610	9962150.843	495552.387	3029.727	VE	2645	9962227.811	494742.834	3067.313	PZ
576	9962103.761	493820.225	3129.131	LF	1611	9962115.742	495533.108	3030.968	VE	2646	9962236.064	494787.007	3064.549	TP
577	9962083.364	493827.592	3129.049	LF	1612	9962114.747	495527.608	3031.08	VE	2647	9962228.013	494740.925	3067.424	S
578	9962079.953	493813.105	3130.534	LF	1613	9962114.885	495527.549	3031.21	AC	2648	9962228.008	494740.653	3067.444	S
579	9962106.453	493827.945	3127.949	LF	1614	9962114.994	495526.446	3031.203	LF	2649	9962228.452	494740.628	3067.429	S
580	9962076.07	493798.235	3132.007	LF	1615	9962113.254	495534.365	3031.109	LF	2650	9962229.146	494786.419	3064.794	TP
581	9962075.094	493796.105	3132.42	LF	1616	9962124.986	495527.579	3030.808	VE	2651	9962227.713	494743.477	3067.279	CR
582	9962072.473	493784.078	3133.188	LF	1617	9962123.583	495533.202	3030.785	VE	2652	9962228.595	494743.407	3067.259	CR
583	9962069.295	493772.619	3134.328	LF	1618	9962123.663	495537.318	3030.773	VE	2653	9962228.725	494744.315	3067.208	CR
584	9962066.698	493761.951	3134.654	LF	1619	9962126.986	495526.955	3030.703	VE	2654	9962226.039	494779.16	3065.025	TP
585	9962062.896	493748.422	3136.359	LF	1620	9962124.775	495534.338	3030.786	VE	2655	9962232.641	494751.758	3066.447	S
586	9962054.648	493748.839	3136.65	LF	1621	9962128.145	495525.094	3030.653	VE	2656	9962232.262	494751.705	3066.467	S
587	9962161.886	494019.413	3110.96	A3Estación	1622	9962129.738	495519.805	3030.794	VE	2657	9962232.247	494751.439	3066.515	S
588	9962107.987	493830.297	3127.505	VE	1623	9962129.742	495519.653	3030.905	AC	2658	9962219.087	494783.721	3065.114	TP
589	9962109.524	493830.763	3127.388	VE	1624	9962124.759	495534.385	3030.914	AC	2659	9962243.911	494755.276	3065.366	S
590	9962110.8	493830.86	3127.245	VE	1625	9962123.567	495537.302	3030.931	AC	2660	9962244.317	494755.034	3065.363	S
591	9962118.127	493830.237	3127.029	VE	1626	9962127.976	495525.422	3030.734	AC	2661	9962244.062	494754.801	3065.398	S
592	9962124.322	493829.819	3126.817	VE	1627	9962123.497	495533.152	3030.875	AC	2662	9962222.594	494768.342	3065.385	TP
593	9962124.297	493829.72	3127.211	BO	1628	9962126.743	495527.097	3030.837	AC	2663	9962235.245	494779.213	3064.601	CR
594	9962117.727	493830.244	3127.467	BO	1629	9962118.256	495543.556	3030.826	AC	2664	9962235.042	494778.436	3064.564	CR
595	9962110.733	493830.8	3127.751	BO	1630	9962124.5	495527.557	3030.91	AC	2665	9962234.276	494778.612	3064.593	CR





ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
596	9962109.537	493830.697	3127.8	BO	1631	9962120.395	495533.48	3030.923	PL	2666	9962221.341	494759.315	3066.165	TP
597	9962108.069	493830.336	3127.879	BO	1632	9962118.194	495543.447	3030.948	AC	2667	9962236.455	494784.368	3064.491	CR
598	9962116.088	493836.584	3126.802	VE	1633	9962124.008	495526.46	3030.937	LF	2668	9962236.974	494784.246	3064.503	CR
599	9962105.973	493837.198	3127.445	VE	1634	9962121.208	495534.438	3030.915	LF	2669	9962237.117	494784.872	3064.503	CR
600	9962098.373	493837.729	3127.816	VE	1635	9962126.152	495525.149	3030.802	LF	2670	9962220.206	494749.071	3067.052	TP
601	9962176.983	494003.305	3111.96	CEM	1636	9962105.202	495552.062	3031.072	AC	2671	9962219.415	494740.135	3067.84	TP
602	9962086.794	493838.22	3128.295	VE	1637	9962105.25	495552.21	3030.907	VE	2672	9962215.973	494737.711	3068.453	TP
603	9962175.384	493987.13	3112.915	CEM	1638	9962105.014	495550.072	3031.075	LF	2673	9962217.567	494740.944	3068.538	TP
604	9962072.246	493839.496	3128.787	VE	1639	9962122.251	495532.961	3030.786	S	2674	9962214.818	494746.628	3068.527	TP
605	9962173.846	493971.779	3113.681	CEM	1640	9962122.173	495532.658	3030.798	S	2675	9962215.831	494751.344	3068.562	TP
606	9962058.422	493840.844	3129.032	VE	1641	9962122.717	495532.649	3030.788	S	2676	9962193.295	494655.46	3073.732	CE
607	9962058.215	493834.573	3129.167	VE	1642	9962125.038	495527.804	3030.765	S	2677	9962213.224	494651.972	3073.461	CE
608	9962172.446	493957.201	3114.932	CEM	1643	9962124.988	495528.179	3030.776	S	2678	9962238.981	494648.368	3072.568	TP
609	9962070.015	493833.589	3128.911	VE	1644	9962124.586	495528.147	3030.783	S	2679	9962205.898	494680.813	3072.457	CE
610	9962170.766	493941.956	3115.884	CEM	1645	9962123.664	495535.199	3030.923	PZA	2680	9962249.838	494645.087	3072.474	CE
611	9962081.28	493832.612	3128.588	VE	1646	9962126.716	495525.713	3030.838	PZA	2681	9962216.411	494679.087	3072.195	FCE
612	9962169.237	493926.742	3117.089	CEM	1647	9962109.097	495549.872	3031.033	PL	2682	9962232.073	494676.445	3071.734	FCE
613	9962081.249	493832.535	3129.004	BO	1648	9962121.711	495536.664	3030.962	LF	2683	9962262.412	494642.76	3072.078	CE
614	9962070.618	493833.481	3129.093	BO	1649	9962115.857	495542.936	3030.989	LF	2684	9962248.75	494673.328	3071.588	CE
615	9962167.484	493910.352	3118.628	CEM	1650	9962128.907	495524.471	3030.65	S	2685	9962264.015	494653.033	3071.461	TP
616	9962058.208	493834.497	3129.421	BO	1651	9962128.768	495524.951	3030.661	S	2686	9962263.625	494670.576	3070.87	CE
617	9962165.775	493893.575	3119.914	CEM	1652	9962128.502	495524.958	3030.662	S	2687	9962242.777	494658.126	3072.096	TP
618	9962060.465	493832.846	3129.459	LF	1653	9962124.794	495547.312	3030.706	VE	2688	9962265.854	494665	3070.747	TP
619	9962163.749	493877.736	3122.009	CEM	1654	9962111.926	495557.18	3030.918	VE	2689	9962219.124	494661.525	3072.787	TP
620	9962071.341	493831.824	3129.22	LF	1655	9962146.761	495579.922	3028.915	VE	2690	9962248.348	494667.775	3071.561	TP
621	9962081.982	493830.664	3128.986	LF	1656	9962147.961	495589.726	3028.55	VE	2691	9962196.409	494665.4	3073.197	TP
622	9962162.085	493861.586	3122.65	CEM	1657	9962151.478	495599.436	3028.155	VE	2692	9962224.298	494672.217	3072.162	TP
623	9962071.509	493832.79	3129.129	PL	1658	9962152.464	495600.477	3028.059	VE	2693	9962202.98	494675.207	3072.614	TP
624	9962161.554	493856.157	3123.233	CEM	1659	9962153.588	495600.571	3028.031	VE	2694	9962254.073	494695.018	3074.696	GAL
625	9962111.057	493829.975	3127.587	PL	1660	9962155.647	495607.471	3027.879	VE	2695	9962250.171	494673.35	3075.087	GAL
626	9962161.445	493855.984	3123.263	C	1661	9962145.594	495609.466	3028.033	VE	2696	9962220.476	494850.127	3061.019	A10Estación
627	9962164.614	493855.875	3123.047	C	1662	9962157.565	495613.949	3027.722	VE	2697	9962187.678	494873.154	3061.029	
628	9962160.859	493846.577	3123.684	C	1663	9962148.523	495617.972	3027.761	VE	2698	9962197.242	494863.052	3060.715	VE
629	9962159.492	493836.538	3124.779	C	1664	9962152.919	495626.48	3027.505	VE	2699	9962192.971	494779.297	3065.983	VE
630	9962158.858	493836.034	3125.018	CEM	1665	9962153.158	495598.997	3028.216	AC	2700	9962195.543	494863.133	3060.733	VE



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
631	9962157.468	493834.761	3126.177	CEM	1666	9962147.981	495616.89	3027.869	BO	2701	9962195.916	494778.669	3065.669	VE
632	9962078.822	493894.986	3122.783	CEM	1667	9962150.262	495589.186	3028.747	LF	2702	9962200.293	494862.711	3060.682	VE
633	9962144.557	493835.156	3126.384	CEM	1668	9962145.58	495609.685	3028.209	BO	2703	9962197.726	494777.291	3065.85	VE
634	9962086.236	493893.945	3122.839	CEM	1669	9962150.371	495579.352	3029.015	LF	2704	9962202.111	494859.814	3060.709	VE
635	9962127.438	493836.347	3126.729	CEM	1670	9962148.304	495589.547	3028.657	PL	2705	9962199.431	494787.302	3065.491	VE
636	9962083.769	493876.256	3124.483	CEM	1671	9962147.484	495590.381	3028.551	S	2706	9962203.665	494840.838	3061.629	VE
637	9962109.54	493837.828	3127.334	CEM	1672	9962147.658	495590.878	3028.53	S	2707	9962197.006	494786.329	3065.519	VE
638	9962081.108	493858.13	3126.721	CEM	1673	9962147.95	495590.781	3028.523	S	2708	9962205.403	494818.902	3063.025	VE
639	9962093.31	493839.242	3128.241	CEM	1674	9962152.896	495649.298	3026.768	BO	2709	9962195.667	494786.372	3065.573	VE
640	9962078.802	493840.908	3128.184	CEM	1675	9962108.755	495648.406	3027.021	BO	2710	9962203.157	494818.007	3063.505	LF
641	9962083.76	493839.681	3128.606	CEM	1676	9962152.739	495649.331	3026.682	VE	2711	9962203.227	494823.871	3063.153	LF
642	9962070.582	493794.588	3132.801	LF	1677	9962097.155	495648.215	3027.336	BO	2712	9962196.673	494789.003	3065.687	LF
643	9962070.546	493794.017	3132.679	BO	1678	9962152.744	495654.275	3026.722	VE	2713	9962200.317	494858.199	3061.109	LF
644	9962070.725	493793.612	3132.712	VE	1679	9962096.889	495647.803	3027.188	PL	2714	9962199.643	494797.131	3064.821	LF
645	9962085.546	493847.803	3127.438	TP	1680	9962138.199	495654.317	3026.871	VE	2715	9962198.555	494861.554	3060.952	LF
646	9962069.175	493788.232	3132.742	VE	1681	9962120.255	495653.678	3026.925	VE	2716	9962197.138	494862.774	3060.939	PL
647	9962068.666	493787.982	3132.949	BO	1682	9962092.251	495639.381	3027.535	TP	2717	9962202.11	494858.556	3060.972	PL
648	9962068.756	493786.35	3133.048	LF	1683	9962099.275	495655.292	3027.266	TP	2718	9962212.116	494806.685	3063.883	VE
649	9962068.292	493787.604	3132.981	PL	1684	9962091.811	495625.975	3028.802	TP	2719	9962204.719	494822.822	3063.195	PL
650	9962087.65	493862.7	3125.724	TP	1685	9962098.661	495665.753	3027.852	TP	2720	9962214.694	494823.423	3062.621	VE
651	9962089.5	493877.194	3124.01	TP	1686	9962093.835	495614.277	3029.784	TP	2721	9962217.873	494840.717	3061.323	VE
652	9962091.169	493891.557	3122.717	TP	1687	9962113.542	495666.804	3027.724	TP	2722	9962235.157	494863.8	3059.55	C
653	9962092.32	493906.89	3121.353	TP	1688	9962099.938	495600.867	3029.919	TP	2723	9962220.103	494853.936	3060.808	VE
654	9962094.138	493922.594	3119.814	TP	1689	9962125.154	495666.331	3027.382	TP	2724	9962235.049	494859.918	3059.547	C
655	9962086.583	493907.908	3121.461	TP	1690	9962101.529	495587.15	3029.962	TP	2725	9962245.346	494859.18	3059.103	C
656	9962097.512	493937.853	3118.569	TP	1691	9962141.124	495667.142	3027.495	TP	2726	9962224.62	494867.389	3059.068	VE
657	9962087.726	493922.437	3120.139	TP	1692	9962151.016	495668.626	3026.588	TP	2727	9962221.472	494864.845	3060.151	VE
658	9962098.024	493953.623	3117.264	TP	1693	9962087.652	495679.59	3027.89	F	2728	9962215.458	494871.908	3060.177	PZ
659	9962086.593	493936.986	3119.035	TP	1694	9962087.578	495680.831	3027.84	F	2729	9962219.302	494877.828	3059.507	PL
660	9962101.413	493968.674	3115.942	TP	1695	9962154.878	495680.514	3026.866	F	2730	9962161.886	494019.413	3110.96	A3Estación
661	9962088.554	493951.21	3117.886	TP	1696	9962154.884	495681.75	3026.813	F	2731	9962271.996	493993.909	3111.76	A4Estación
662	9962103.523	493984.676	3114.886	TP	1697	9962103.849	495681.047	3027.617	F	2732	9962150.255	494020.938	3111.754	C
663	9962089.87	493965.927	3116.712	TP	1698	9962104.207	495679.798	3027.673	F	2733	9962151.471	494027.929	3110.489	C
664	9962102.524	494000.345	3113.961	TP	1699	9962137.593	495680.277	3027.135	F	2734	9962153.03	494036.315	3109.809	C
665	9962091.136	493981.232	3115.404	TP	1700	9962137.574	495681.521	3027.112	F	2735	9962153.319	494044.184	3111.054	C



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
666	9962091.503	493992.536	3114.648	TP	1701	9962120.066	495680.045	3027.436	F	2736	9962154.606	494050.752	3111.145	C
667	9962102.827	494012.741	3113.507	AL	1702	9962120.114	495681.298	3027.38	F	2737	9962145.398	494052.605	3111.101	C
668	9962091.61	494006.278	3113.99	TP	1703	9962139.664	495678.419	3027.137	CR	2738	9962145.034	494030.504	3112.592	C
669	9962092.504	494014.138	3113.818	AL	1704	9962138.552	495678.353	3027.143	CR	2739	9962146.233	494024.333	3112.928	C
670	9962115.915	494011.227	3113.218	AL	1705	9962138.591	495677.222	3027.12	CR	2740	9962147.112	494027.212	3112.616	C
671	9962128.447	494009.623	3113.201	AL	1706	9962139.706	495677.301	3027.133	CR	2741	9962141.882	494030.103	3112.671	C
672	9962113.739	493998.89	3113.841	TP	1707	9962082.292	495678.307	3027.787	M	2742	9962171.497	494084.851	3104.001	C
673	9962126.456	493998.695	3113.458	TP	1708	9962082.301	495678.545	3027.782	M	2743	9962173.243	494094.36	3104.036	C
674	9962111.7	493983.524	3114.57	TP	1709	9962082.219	495681.876	3027.72	M	2744	9962157.943	494087.201	3103.93	C
675	9962124.303	493984.198	3114.386	TP	1710	9962082.186	495681.647	3027.731	M	2745	9962167.349	494077.812	3104.74	C
676	9962110.349	493968.84	3115.64	TP	1711	9962083.789	495678.363	3027.72	M	2746	9962167.874	494080.658	3104.908	C
677	9962121.646	493969.615	3115.318	TP	1712	9962083.764	495678.555	3027.715	M	2747	9962157.586	494082.836	3104.945	C
678	9962108.432	493954.371	3116.843	TP	1713	9962083.723	495681.918	3027.717	M	2748	9962182.171	494017.108	3111.799	C
679	9962120.519	493954.441	3116.304	TP	1714	9962083.742	495681.556	3027.713	M	2749	9962182.874	494022.911	3111.654	C
680	9962107.021	493939.095	3118.038	TP	1715	9962083.158	495678.257	3024.933	ALC	2750	9962170.358	494018.647	3110.869	CE
681	9962118.18	493938.386	3117.611	TP	1716	9962083.104	495678.266	3025.507	ALC	2751	9962171.657	494025.108	3110.765	CE
682	9962105.279	493923.414	3119.217	TP	1717	9962082.971	495681.979	3025.165	ALC	2752	9962173.882	494036.398	3109.649	CE
683	9962115.734	493921.828	3118.881	TP	1718	9962082.939	495682.003	3024.368	ALC	2753	9962080.259	495760.989	3022.68	TP
684	9962104.204	493907.919	3120.625	TP	1719	9962083.333	495678.113	3026.799	TPA	2754	9962066.752	495761.725	3022.958	TP
685	9962112.496	493905.12	3120.451	TP	1720	9962082.855	495678.102	3026.776	TPA	2755	9962102.667	495777.147	3022.482	TP
686	9962102.761	493892.543	3122.176	TP	1721	9962083.952	495685.46	3025.858	CA	2756	9962060.308	495798.069	3025.087	TP
687	9962110.926	493890.708	3121.975	TP	1722	9962081.572	495676.492	3027.282	CA	2757	9962083.784	495800.208	3022.908	TP
688	9962101.479	493877.724	3123.292	TP	1723	9962084.94	495683.979	3025.709	CA	2758	9962097.574	495796.931	3022.459	TP
689	9962109.617	493876.107	3123.139	TP	1724	9962082.936	495673.214	3026.88	CA	2759	9962102.006	495797.025	3022.906	TP
690	9962100.17	493862.951	3124.785	TP	1725	9962082.126	495674.601	3025.656	FC	2760	9962119.723	495820.632	3022.269	C
691	9962107.407	493862.117	3124.423	TP	1726	9962084.682	495684.916	3025.036	FC	2761	9962121.029	495803.911	3022.422	C
692	9962098.344	493847.531	3126.848	TP	1727	9962111.793	495688.478	3025.273	CA	2762	9962125.5	495820.678	3022.253	C
693	9962105.82	493847.651	3126.442	TP	1728	9962110.403	495688.179	3025.292	CA	2763	9962141.165	495844.831	3021.943	TP
694	9962097.156	493840.185	3127.305	TP	1729	9962067.25	495674.798	3027.975	CA	2764	9962119.989	495843.182	3022.139	TP
695	9962104.801	493840.369	3126.945	TP	1730	9962093.461	495687.265	3025.46	CA	2765	9962098.805	495846.002	3022.745	TP
696	9962118.102	493839.04	3126.097	TP	1731	9962067.251	495671.098	3027.854	CA	2766	9962121.519	495866.744	3023.346	TP
697	9962128.276	493839.339	3125.437	TP	1732	9962093.433	495685.938	3025.426	CA	2767	9962093.133	495845.735	3020.731	TP
698	9962120.963	493856.623	3124.299	TP	1733	9962067.008	495673.073	3026.798	FC	2768	9962085.659	495852.938	3017.773	TP
699	9962129.222	493857.183	3123.713	TP	1734	9962093.469	495686.562	3024.571	FC	2769	9962079.482	495853.557	3020.782	TP
700	9962122.438	493875.347	3122.534	TP	1735	9962111.067	495687.917	3024.245	FC	2770	9962092.355	495857.773	3021.619	TP



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
701	9962131.294	493874.783	3122.126	TP	1736	9962110.115	495703.975	3024.031	FC	2771	9962063.977	495850.876	3020.852	TP
702	9962124.448	493894.367	3121.046	TP	1737	9962110.645	495704.047	3024.918	CA	2772	9962051.502	495887.142	3021.685	TP
703	9962132.889	493892.954	3120.85	TP	1738	9962109.583	495703.937	3024.969	CA	2773	9962092.374	495893.107	3021.29	TP
704	9962127.678	493913.297	3119.085	TP	1739	9962077.235	495679.388	3028.098	F	2774	9962074.255	495889.826	3020.212	TP
705	9962134.56	493913.666	3118.973	TP	1740	9962077.315	495680.76	3028.066	F	2775	9962089.011	495893.37	3019.288	TP
706	9962130.428	493931.535	3117.598	TP	1741	9962109.371	495743.136	3023.26	CA	2776	9962110.841	495898.255	3019.455	TP
707	9962136.966	493930.383	3117.464	TP	1742	9962122.988	495743.791	3024.934	CA	2777	9962089.372	495892.859	3020.08	CNA
708	9962132.99	493949.526	3116.25	TP	1743	9962129.277	495746.315	3024.381	CA	2778	9962089.401	495894.3	3019.112	CNA
709	9962139.626	493948.352	3116.217	TP	1744	9962129.691	495760.541	3023.104	CA	2779	9962088.259	495897.029	3020.008	CNA
710	9962134.767	493967.653	3114.949	TP	1745	9962166.634	495764.708	3023.35	CA	2780	9962092.252	495896.382	3020.592	CNA
711	9962141.316	493967.403	3114.848	TP	1746	9962124.094	495764.954	3024.045	CA	2781	9962094.082	495894.667	3019.834	CNA
712	9962137.498	493986.156	3113.826	TP	1747	9962151.883	495763.235	3023.294	CA	2782	9962092.75	495895.565	3018.952	CNA
713	9962144.094	493984.862	3113.68	TP	1748	9962113.09	495765.101	3023.522	CA	2783	9962091.525	495900.478	3020.066	CNA
714	9962139.473	493999.951	3113.088	TP	1749	9962148.809	495750.301	3023.028	CA	2784	9962094.873	495900.933	3020.041	CNA
715	9962145.769	493999.548	3113.094	TP	1750	9962100.78	495766.452	3022.683	CA	2785	9962093.17	495900.865	3018.874	CNA
716	9962140.691	494007.925	3113.031	AL	1751	9962153.519	495743.297	3023.054	CA	2786	9962092.244	495928.16	3020.624	CNA
717	9962147.466	494007.235	3112.719	AL	1752	9962087.807	495767.564	3022.926	CA	2787	9962089.473	495927.489	3019.679	CNA
718	9962164.206	494005.05	3112.614	AL	1753	9962171.683	495737.847	3023	CA	2788	9962090.82	495927.933	3018.614	CNA
719	9962160.953	493988.388	3113.247	TP	1754	9962080.296	495761.409	3023.128	CA	2789	9962071.511	495924.832	3019.637	TP
720	9962158.054	493974.674	3113.965	TP	1755	9962070.405	495761.238	3023.201	CA	2790	9962115.281	495930.798	3020.113	TP
721	9962154.936	493958.885	3115.031	TP	1756	9962058.191	495761.828	3022.92	CA	2791	9962044.422	495921.407	3021.006	TP
722	9962151.692	493937.902	3116.639	TP	1757	9962164.66	495748.036	3021.277	FC	2792	9962145.051	495933.062	3019.773	TP
723	9962152.326	493920.635	3117.899	TP	1758	9962090.762	495765.212	3021.895	FC	2793	9962040.197	495963.967	3022.502	TP
724	9962150.015	493904.389	3119.217	TP	1759	9962154.781	495757.919	3020.595	FC	2794	9962122.103	495972.729	3020.049	TP
725	9962151.375	493889.554	3120.547	TP	1760	9962082.303	495759.473	3021.878	FC	2795	9962061.22	495967.705	3020.505	TP
726	9962148.001	493874	3121.65	TP	1761	9962068.341	495759.363	3022.006	FC	2796	9962148.369	495982.34	3019.089	TP
727	9962146.824	493857.83	3122.843	TP	1762	9962128.086	495754.518	3021.467	FC	2797	9962082.788	495971.409	3019.314	CNA
728	9962144.056	493844.711	3124.175	TP	1763	9962134.413	495756.785	3023.522	M	2798	9962084.566	495971.851	3018.298	CNA
729	9962143.55	493837.263	3124.755	TP	1764	9962134.271	495758.551	3023.395	M	2799	9962085.456	495972.26	3020.012	CNA
730	9962098.714	493834.779	3127.999	PZ	1765	9962134.309	495757.743	3022.974	ALC	2800	9962131	495990.862	3019.059	TP
731	9962271.996	493993.909	3111.76	A4Estación	1766	9962134.194	495757.649	3021.196	ALC	2801	9962079.466	496004.375	3020.424	CNA
732	9962173.874	494036.009	3110.008	C	1767	9962144.03	495758.524	3022.826	ALC	2802	9962080.604	496002.691	3017.989	CNA
733	9962170.116	494018.345	3110.904	C	1768	9962144.104	495758.545	3020.377	ALC	2803	9962082.444	496005.875	3019.188	CNA
734	9962151.534	494027.907	3110.195	C	1769	9962143.958	495757.867	3023.484	M	2804	9962059.234	496000.975	3019.453	TP
735	9962153.106	494036.331	3109.547	C	1770	9962143.881	495759.202	3023.461	M	2805	9962032.874	495998.803	3020.533	TP



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
736	9962148.352	494028.479	3111.131	C	1771	9962128.725	495779.164	3022.735	BO	2806	9962107.57	496011.905	3019.237	TP
737	9962146.708	494026.61	3111.614	C	1772	9962144.746	495779.978	3022.491	BO	2807	9962132.828	496015.785	3018.838	TP
738	9962141.241	494029.732	3111.873	C	1773	9962158.978	495780.769	3022.306	BO	2808	9962029.753	496026.294	3021.231	TP
739	9962125.967	494012.53	3111.814	VE	1774	9962160.486	495791.634	3022.311	BO	2809	9962053.766	496031.993	3020.716	TP
740	9962141.177	494010.516	3111.688	VE	1775	9962156.619	495789.258	3022.314	BO	2810	9962127.191	496047.322	3018.469	TP
741	9962145.789	494019.368	3111.527	VE	1776	9962155.197	495791.322	3022.317	BO	2811	9962095.321	496041.923	3019.043	TP
742	9962156.84	494008.567	3111.551	VE	1777	9962150.979	495788.986	3022.375	BO	2812	9962077.44	496035.81	3019.128	CNA
743	9962158.382	494017.879	3111.462	VE	1778	9962149.387	495791.142	3022.405	BO	2813	9962080.515	496037.023	3019.115	CNA
744	9962169.919	494007.022	3111.542	VE	1779	9962145.344	495788.688	3022.443	BO	2814	9962078.703	496037.207	3017.954	CNA
745	9962170.187	494016.383	3111.394	VE	1780	9962143.752	495790.881	3022.477	BO	2815	9962077.119	496054.895	3019.328	CNA
746	9962180.956	494015.064	3111.414	VE	1781	9962139.762	495788.394	3022.529	BO	2816	9962080.214	496055.375	3018.941	CNA
747	9962184.53	494005.174	3111.39	VE	1782	9962138.133	495790.659	3022.553	BO	2817	9962076.239	496057.768	3018.167	CNA
748	9962191.707	494013.807	3111.416	VE	1783	9962134.095	495788.177	3022.516	BO	2818	9962076.352	496057.945	3019.003	CNA
749	9962196.678	494003.639	3111.327	VE	1784	9962132.506	495790.548	3022.683	BO	2819	9962071.221	496054.573	3018.925	CNA
750	9962191.675	494013.778	3111.485	AC	1785	9962128.412	495787.897	3022.648	BO	2820	9962069.705	496056.354	3018.828	CNA
751	9962196.516	494003.572	3111.477	AC	1786	9962128.424	495787.836	3022.619	VE	2821	9962069.914	496055.615	3018.405	CNA
752	9962180.969	494015.124	3111.52	AC	1787	9962129.298	495779.383	3022.536	VE	2822	9962099.763	496065.077	3018.714	TP
753	9962182.792	494005.307	3111.592	AC	1788	9962144.284	495780.195	3022.359	VE	2823	9962063.891	496063.928	3019.695	TP
754	9962170.224	494016.459	3111.577	BO	1789	9962143.737	495790.776	3022.374	VE	2824	9962046.781	496063.841	3019.542	TP
755	9962158.695	494017.933	3111.662	BO	1790	9962145.392	495788.567	3022.328	VE	2825	9962143.707	496076.434	3017.799	TP
756	9962170.048	494006.887	3111.678	AC	1791	9962162.07	495789.422	3022.109	VE	2826	9962133.398	496114.595	3017.851	TP
757	9962155.679	494008.613	3111.682	AC	1792	9962162.026	495781.098	3022.066	VE	2827	9962035.286	496140.199	3021.473	TP
758	9962169.177	494005.079	3111.782	AC	1793	9962096.211	495960.71	3019.849	BO	2828	9962053.176	496141.96	3018.511	TP
759	9962155.194	494006.617	3111.797	AC	1794	9962097.877	495943.062	3020.033	BO	2829	9962071.177	496147.391	3019.786	CNA
760	9962157.659	494018.017	3111.672	AC	1795	9962099.511	495925.679	3020.219	BO	2830	9962073.954	496148.054	3018.618	CNA
761	9962140.895	494010.469	3111.789	AC	1796	9962101.014	495909.135	3020.391	BO	2831	9962072.657	496147.935	3017.563	CNA
762	9962141.171	494008.36	3111.857	AC	1797	9962140.846	495782.493	3022.365	PZ	2832	9962095.66	496150.349	3018.005	TP
763	9962145.54	494019.426	3111.715	AC	1798	9962139.406	495788.311	3022.359	S	2833	9962117.988	496154.353	3017.406	TP
764	9962127.085	494012.341	3111.898	AC	1799	9962139.007	495788.343	3022.355	S	2834	9962071.436	496168.672	3018.344	CNA
765	9962127.079	494010.312	3112.003	AC	1800	9962138.948	495788.605	3022.347	S	2835	9962074.414	496168.65	3018.248	CNA
766	9962139.587	494021.822	3111.841	LF	1801	9962051.944	496329.596	3019.932	CA	2836	9962064.835	496165.378	3018.867	CNA
767	9962151.206	494020.653	3111.715	LF	1802	9962050.999	496329.414	3017.377	FC	2837	9962064.163	496166.515	3017.326	CNA
768	9962181.151	494003.609	3111.679	LF	1803	9962071.427	496334.417	3019.186	TP	2838	9962070.15	496170.673	3018.87	CNA
769	9962197.791	494001.489	3111.436	LF	1804	9962100.137	496342.24	3018.775	TP	2839	9962070.586	496169.947	3017.293	CNA
770	9962158.928	494019.359	3111.674	LF	1805	9962091.784	496372.625	3019.759	TP	2840	9962064.614	496170.043	3018.411	CNA



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
771	9962170.361	494018.268	3111.542	LF	1806	9962047.039	496358.83	3020.339	CA	2841	9962098.415	496176.996	3017.819	TP
772	9962182.205	494016.861	3111.665	LF	1807	9962044.631	496358.823	3017.652	FC	2842	9962068.559	496189.081	3018.292	TP
773	9962211.564	493999.774	3111.453	LF	1808	9962059.402	496374.544	3020.834	TP	2843	9962069.492	496189.191	3018.252	CNA
774	9962192.044	494015.757	3111.627	LF	1809	9962079.332	496390.36	3021.188	TP	2844	9962072.718	496190.103	3018.274	CNA
775	9962172.971	494017.315	3111.592	PL	1810	9962048.687	496328.964	3019.742	CA	2845	9962070.78	496189.782	3016.296	CNA
776	9962160.35	494019.028	3110.972	TP	1811	9962037.26	496326.933	3019.732	TP	2846	9962047.808	496184.435	3018.358	TP
777	9962167.593	494019.029	3110.927	TP	1812	9962023.291	496324.074	3019.882	TP	2847	9962095.276	496197.802	3017.178	TP
778	9962170.651	494034.04	3110.676	TP	1813	9962015.76	496338.246	3020.111	TP	2848	9962028.96	496180.264	3019.206	TP
779	9962164.575	494036.296	3110.675	TP	1814	9962015.711	496338.059	3020.14	CA	2849	9962124.327	496208.633	3017.446	TP
780	9962156.965	494037.801	3109.043	TP	1815	9962028.593	496343.001	3019.84	CA	2850	9962023.356	496212.506	3018.58	TP
781	9962155.274	494028.409	3109.988	TP	1816	9962059.858	496401.285	3021.886	TP	2851	9962109.154	496237.658	3017.397	TP
782	9962154.029	494021.868	3110.94	TP	1817	9962044.475	496348.821	3020.368	CA	2852	9962051.009	496216.901	3018.995	TP
783	9962322.628	494300.955	3091.3	A5Estación	1818	9962043.542	496349.905	3018.119	FC	2853	9962086.692	496229.726	3017.531	TP
784	9962132.018	494021.235	3111.631	VE	1819	9962041.147	496387.606	3021.888	TP	2854	9962065.131	496219.082	3018.52	CNA
785	9962132.024	494021.246	3111.769	AC	1820	9962027.836	496343.481	3018.42	FC	2855	9962066.397	496220.16	3016.038	CNA
786	9962131.831	494022.789	3111.62	LF	1821	9962047.35	496423.59	3024.515	TP	2856	9962068.226	496220.845	3018.916	CNA
787	9962131.8	494021.07	3111.361	S	1822	9962014.318	496338.225	3018.61	FC	2857	9962059.919	496252.913	3020.725	CNA
788	9962131.743	494020.734	3111.623	S	1823	9962051.107	496448.05	3029.034	TP	2858	9962063.468	496254.703	3019.035	CNA
789	9962131.256	494021.111	3111.629	S	1824	9962012.212	496338.966	3020.375	CA	2859	9962062.26	496254.412	3016.162	CNA
790	9962115.018	494023.379	3111.729	VE	1825	9962026.768	496344.659	3020.168	CA	2860	9962038.908	496249.986	3018.511	TP
791	9962115.023	494023.464	3111.865	AC	1826	9962023.065	496444.874	3029.274	TP	2861	9962088.764	496258.128	3017.909	TP
792	9962115.205	494024.959	3111.406	LF	1827	9962042.283	496353.018	3020.541	CA	2862	9962019.772	496246.235	3020.522	TP
793	9962237.803	494326.446	3088.758	A6Estación	1828	9962027.824	496422.961	3024.946	TP	2863	9962116.993	496267.088	3017.671	TP
794	9962285.392	494436.227	3082.157	VE	1829	9962037.634	496368.378	3020.492	CA	2864	9962013.816	496287.017	3019.294	TP
795	9962202.936	494331.975	3087.944	VE	1830	9962031.366	496372.769	3021.107	CA	2865	9962106.838	496299.946	3017.829	TP
796	9962201.79	494322.941	3088.019	VE	1831	9962001.131	496418.745	3025.302	TP	2866	9962038.227	496291.822	3018.901	TP
797	9962219.137	494329.031	3088.169	VE	1832	9962015.199	496374.761	3021.447	CA	2867	9962070.278	496297.725	3018.437	TP
798	9962217.09	494320.178	3088.189	VE	1833	9961989.705	496394.468	3023.673	TP	2868	9962053.815	496293.442	3019.146	CNA
799	9962234.537	494326.168	3088.519	VE	1834	9961998.784	496378.136	3021.755	CA	2869	9962057.595	496294.859	3019.218	CNA
800	9962232.037	494317.468	3088.521	VE	1835	9961976.853	496380.743	3021.846	CA	2870	9962056.221	496294.556	3016.979	CNA
801	9962249.984	494323.38	3089.214	VE	1836	9961979.244	496426.559	3026.506	TP	2871	9962206.79	495082.738	3047.371	GPS6Pto-control
802	9962248.6	494314.446	3089.244	VE	1837	9961958.776	496379.996	3022.689	CA	2872	9962223.249	495004.533	3051.449	GPS5Pto-control
803	9962261.418	494321.338	3089.724	VE	1838	9961959.52	496382.473	3020.625	FC	2873	9962238.807	494567.669	3076.861	CEM
804	9962260.775	494312.277	3089.775	VE	1839	9961987.87	496473.665	3036.626	TP	2874	9962226.166	494567.295	3076.983	CEM
805	9962261.452	494321.406	3089.879	AC	1840	9961980.096	496382.83	3020.099	FC	2875	9962217.681	494565.158	3077.144	PL



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
806	9962260.838	494312.165	3089.934	AC	1841	9962012.792	496483.681	3039.074	TP	2876	9962231.948	494566.474	3076.901	PZE
807	9962261.797	494323.262	3089.914	AC	1842	9961997.493	496380.199	3020.004	FC	2877	9962246.553	494565.181	3076.45	S
808	9962250.877	494313.976	3089.489	AC	1843	9961944.651	496498.183	3042.114	TP	2878	9962247.344	494565.272	3076.435	S
809	9962252.829	494324.885	3089.457	AC	1844	9962015.86	496376.546	3019.827	FC	2879	9962247.435	494564.867	3076.445	S
810	9962240.532	494315.884	3088.944	AC	1845	9961935.62	496458.291	3031.063	TP	2880	9962253.605	494566.267	3076.45	PL
811	9962252.479	494323.007	3089.49	AC	1846	9962031.858	496374.681	3019.147	FC	2881	9962248.764	494559.328	3076.42	PZ
812	9962240.261	494314.119	3089.054	AC	1847	9961938.444	496411.189	3024.532	TP	2882	9962160.717	494572.458	3078.627	A9Estación
813	9962241.127	494325.036	3088.926	AC	1848	9962030.785	496377.233	3020.259	CA	2883	9962220.476	494850.127	3061.019	A10Estación
814	9962241.248	494326.953	3088.907	AC	1849	9961943.216	496383.706	3022.891	CA	2884	9962188.879	494736.627	3068.757	AUX3Est
815	9962226.23	494318.443	3088.462	AC	1850	9962013.997	496378.979	3020.746	CA	2885	9962182.178	494697.107	3071.579	AUX2Est
816	9962228.219	494329.156	3088.419	AC	1851	9961942.357	496381.752	3020.398	FC	2886	9962215.358	494731.328	3069.614	POL
817	9962226.154	494317.219	3088.518	AC	1852	9961997.298	496382.259	3021.646	CA	2887	9962216.075	494738.935	3069.806	POL
818	9962227.933	494327.469	3088.435	AC	1853	9961940.233	496382.212	3022.692	CA	2888	9962167.064	494738.988	3069.108	POL
819	9962213.898	494320.668	3088.246	AC	1854	9961980.084	496384.761	3021.587	CA	2889	9962167.551	494731.391	3069.706	POL
820	9962215.494	494329.7	3088.185	AC	1855	9961962.849	496385.747	3022.576	CA	2890	9962148.885	494728.889	3070.172	POL
821	9962213.345	494318.96	3088.273	AC	1856	9961919.349	496405.492	3024.141	TP	2891	9962149.653	494736.837	3069.749	POL
822	9962202.75	494322.666	3088.149	AC	1857	9961914.598	496443.776	3030.05	TP	2892	9962250.53	494893.284	3054.807	A11Estación
823	9962202.855	494332.056	3088.086	AC	1858	9961896.671	496400.748	3024.471	TP	2893	9962247.614	494797.275	3063.038	CE
824	9962202.46	494320.867	3088.232	AC	1859	9961906.328	496483.781	3034.387	TP	2894	9962221.952	494801.866	3063.864	CE
825	9962203.351	494333.698	3088.125	LF	1860	9961892.669	496420.697	3026.505	TP	2895	9962262.249	494794.656	3062.629	CE
826	9962226.751	494317.604	3088.506	PL	1861	9961894.48	496517.598	3040.165	TP	2896	9962213.068	494803.344	3064.541	CE
827	9962215.02	494331.301	3088.213	LF	1862	9961889.366	496438.009	3030.616	TP	2897	9962211.65	494797.37	3064.564	CE
828	9962240.831	494313.954	3089.093	LF	1863	9961889.195	496532.764	3042.772	TP	2898	9962264.619	494802.008	3061.697	TP
829	9962227.676	494329.388	3088.435	LF	1864	9961880.817	496459.783	3034.438	TP	2899	9962249.748	494805.735	3062.121	TP
830	9962249.62	494312.303	3089.536	LF	1865	9961867.067	496522.542	3042.398	TP	2900	9962235.163	494808.728	3062.539	TP
831	9962260.812	494310.281	3089.981	LF	1866	9961876.149	496482.776	3036.549	TP	2901	9962222.134	494811.708	3062.868	TP
832	9962257.209	494312.622	3089.764	PL	1867	9961836.927	496517.196	3042.238	TP	2902	9962225.737	494825.159	3062.129	TP
833	9962254.976	494312.706	3089.683	PL	1868	9961871.991	496500.211	3038.677	TP	2903	9962216.177	494817.171	3063.85	TP
834	9962230.028	494342.792	3087.175	C	1869	9961852.091	496495.113	3039.742	TP	2904	9962241.045	494823.047	3061.537	TP
835	9962228.783	494335.686	3087.145	C	1870	9961842.185	496494.073	3040.806	TP	2905	9962217.197	494827.637	3062.431	TP
836	9962238.639	494302.906	3089.783	C	1871	9961855.046	496475.139	3036.762	TP	2906	9962256.012	494821.424	3061.009	TP
837	9962239.919	494310.002	3089.701	C	1872	9961846.278	496471.529	3038.838	TP	2907	9962219.105	494841.606	3061.572	TP
838	9962248.851	494309.332	3089.949	C	1873	9961858.456	496456.211	3034.939	TP	2908	9962270.795	494818.674	3060.481	TP
839	9962228.343	494343.247	3086.939	C	1874	9961849.778	496454.911	3033.901	TP	2909	9962230.379	494838.537	3061.086	TP
840	9962229.98	494352.661	3086.527	C	1875	9961860.073	496437.885	3030.973	TP	2910	9962273.283	494829.504	3059.796	TP





ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
841	9962234.3	494312.582	3089.386	TP	1876	9961853.284	496435.456	3028.964	TP	2911	9962246.635	494834.481	3060.662	TP
842	9962229.783	494331.748	3088.413	TP	1877	9961862.294	496423.944	3028.501	TP	2912	9962274.979	494841.902	3059.344	TP
843	9962222.031	494314.714	3088.668	TP	1878	9961821.739	496430.097	3029.523	TP	2913	9962257.932	494832.144	3060.306	TP
844	9962243.199	494329.636	3088.451	TP	1879	9961815.488	496464.293	3035.322	TP	2914	9962260.02	494844.053	3059.686	TP
845	9962207.44	494317.192	3088.721	TP	1880	9961796.614	496443.379	3031.818	TP	2915	9962245.925	494845.439	3060.226	TP
846	9962256.281	494327.588	3088.412	TP	1881	9961811.796	496486.931	3041.383	TP	2916	9962232.276	494847.515	3060.66	TP
847	9962262.725	494326.172	3088.456	TP	1882	9961791.524	496465.834	3036.634	TP	2917	9962219.956	494847.97	3061.15	TP
848	9962263.004	494326.535	3089.533	TP	1883	9961788.27	496483.832	3041.718	TP	2918	9962257.92	494851.07	3060.877	C
849	9962198.004	494305.154	3089.482	TP	1884	9961490.575	496636.917	3067.015	GPS3Pto-control	2919	9962219.795	494862.175	3060.426	TP
850	9962267.929	494325.923	3089.631	TP	1885	9961348.28	496841.635	3100.732	GPS4Pto-control	2920	9962259.606	494857.854	3058.965	TP
851	9962218.362	494301.448	3089.184	TP	1886	9961490.575	496636.917	3067.015	GPS3Pto-control	2921	9962219.295	494875.813	3059.64	VE
852	9962273.155	494341.55	3088.424	TP	1887	9961348.28	496841.635	3100.732	GPS4Pto-control	2922	9962249.108	494852.49	3059.332	C
853	9962231.459	494300.164	3089.536	TP	1888	9961644.42	496637.613	3064.851	PIEstación	2923	9962220.374	494867.056	3059.846	VE
854	9962265.787	494342.319	3089.471	TP	1889	9961363.451	496867.925	3101.808	AUXIEst	2924	9962250.075	494859.361	3058.497	C
855	9962237.952	494298.74	3089.971	TP	1890	9961344.597	496843.785	3100.53	C	2925	9962232.214	494869.578	3057.458	VE
856	9962265.314	494342.223	3088.285	TP	1891	9961343.537	496854.115	3100.867	C	2926	9962247.083	494859.292	3059.188	TP
857	9962236.368	494286.298	3089.411	TP	1892	9961341.426	496843.508	3100.6	C	2927	9962229.883	494877.854	3057.648	VE
858	9962251.247	494343.004	3087.879	TP	1893	9961340.131	496834.939	3099.616	TP	2928	9962245.351	494859.344	3059.377	C
859	9962234.673	494345.881	3087.783	TP	1894	9961360.207	496850.431	3101.45	TP	2929	9962245.684	494882.186	3055.192	VE
860	9962223.737	494286.97	3090.097	TP	1895	9961324.588	496826.352	3098.122	TP	2930	9962235.143	494859.686	3059.701	C
861	9962235.196	494362.893	3086.947	TP	1896	9961375.248	496861.301	3102.461	TP	2931	9962244.598	494873.284	3056.601	VE
862	9962206.576	494291.047	3090.145	TP	1897	9961308.299	496846.046	3098.912	TP	2932	9962225.229	494860.857	3060.483	PL
863	9962250.229	494362.767	3086.643	TP	1898	9961401.908	496851.284	3101.171	TP	2933	9962229.273	494873.255	3058.222	PZ
864	9962195.935	494293.387	3090.481	TP	1899	9961352.971	496814.653	3095.861	TP	2934	9962215.332	494871.954	3060.246	PZ
865	9962266.304	494360.968	3087.081	TP	1900	9961386.933	496834.333	3098.563	TP	2935	9962219.287	494877.841	3059.222	PL
866	9962193.501	494280.13	3091.34	TP	1901	9961368.259	496822.851	3096.943	TP	2936	9962210.936	494878.018	3060.182	CEM
867	9962274.841	494361.113	3087.223	TP	1902	9961393.457	496808.082	3093.175	TP	2937	9962221.794	494880.176	3058.951	CEM
868	9962207.42	494276.74	3091.177	TP	1903	9961404.596	496815.741	3094.004	TP	2938	9962232.423	494882.284	3057.155	CEM
869	9962281.738	494377.07	3085.726	TP	1904	9961379.209	496795.123	3091.635	TP	2939	9962243.26	494884.548	3055.344	CEM
870	9962222.307	494274.126	3090.691	TP	1905	9961420.45	496829.735	3096.161	TP	2940	9962222.676	494975.382	3052.893	A12Estación
871	9962266.539	494380.536	3085.92	TP	1906	9961380.516	496793.974	3091.083	TP	2941	9962251.323	494870.449	3055.44	BI
872	9962234.885	494272.573	3090.9	TP	1907	9961427.212	496849.132	3099.55	TP	2942	9962239.952	494868.524	3056.508	BI
873	9962251.909	494383.832	3085.734	TP	1908	9961397.841	496798.504	3091.603	TP	2943	9962229.798	494867.114	3058.372	BI
874	9962240.806	494385.396	3085.655	TP	1909	9961446.773	496838.087	3096.268	TP	2944	9962229.394	494866.616	3059.481	BS
875	9962238.178	494386.726	3085.654	TP	1910	9961420.503	496803.653	3091.361	TP	2945	9962241.518	494867.987	3058.507	BS





ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
876	9962238.82	494272.861	3090.841	TP	1911	9961457.82	496822.691	3092.862	TP	2946	9962251.514	494869.864	3058.13	BS
877	9962241.193	494401.614	3084.871	TP	1912	9961447.134	496809.358	3090.841	TP	2947	9962251.857	494870.513	3055.297	C
878	9962235.194	494266.833	3092.282	TP	1913	9961462.62	496812.221	3090.586	TP	2948	9962264.476	494872.719	3054.971	C
879	9962258.415	494398.866	3084.451	TP	1914	9961417.472	496801.368	3088.628	TP	2949	9962274.005	494874.341	3054.768	C
880	9962222.779	494268.659	3092.268	TP	1915	9961399.367	496797.345	3088.76	TP	2950	9962254.215	494874.938	3055.02	VE
881	9962275.264	494395.295	3084.96	TP	1916	9961384.302	496793.519	3088.581	TP	2951	9962267.281	494879.391	3054.543	VE
882	9962211.298	494270.322	3091.836	TP	1917	9961436.436	496806.238	3088.711	TP	2952	9962266.334	494885.804	3054.558	VE
883	9962287.506	494392.843	3084.753	TP	1918	9961462.432	496811.028	3088.373	TP	2953	9962256.282	494884.876	3054.762	VE
884	9962196.685	494273.289	3091.656	TP	1919	9961408.314	496778.279	3085.83	TP	2954	9962270.003	494886.829	3054.483	PL
885	9962198.115	494270.311	3092.071	C	1920	9961429.769	496783.968	3086.254	TP	2955	9962269.485	494888.344	3054.457	CEM
886	9962186.797	494272.509	3092.171	C	1921	9961468.838	496793.939	3086.797	TP	2956	9962255.039	494885.61	3054.947	CEM
887	9962197.404	494266.563	3092.271	C	1922	9961449.007	496780.073	3084.546	TP	2957	9962261.047	494886.741	3054.607	CEM
888	9962293.301	494409.128	3083.299	TP	1923	9961481.548	496809.257	3088.697	TP	2958	9962252.041	494897.516	3054.325	CEM
889	9962196.875	494259.799	3092.868	TP	1924	9961437.271	496767.285	3082.881	TP	2959	9962242.314	494893.744	3054.525	CEM
890	9962277.957	494412.696	3083.617	TP	1925	9961489.797	496790.527	3085.212	TP	2960	9962249.049	494909.302	3054.379	CEM
891	9962210.592	494258.401	3092.369	TP	1926	9961458.865	496750.03	3079.893	TP	2961	9962238.961	494907.173	3054.349	CEM
892	9962260.694	494416.937	3083.457	TP	1927	9961489.805	496758.562	3080.18	TP	2962	9962245.467	494923.855	3054.304	CEM
893	9962218.422	494257.368	3092.749	TP	1928	9961459.268	496746.063	3079.123	C	2963	9962235.335	494921.545	3054.119	CEM
894	9962245.655	494421.688	3083.665	TP	1929	9961462.414	496752.986	3080.242	C	2964	9962242.079	494937.08	3054.289	CEM
895	9962229.512	494254.438	3092.727	TP	1930	9961462.027	496758.755	3081.085	C	2965	9962231.937	494935.019	3054.108	CEM
896	9962248.073	494440.014	3082.816	TP	1931	9961472.836	496750.905	3080.443	C	2966	9962238.828	494949.665	3054.424	CEM
897	9962238.309	494256.402	3092.934	TP	1932	9961471.953	496759.502	3081	C	2967	9962228.64	494947.969	3054.099	CEM
898	9962265.997	494435.959	3082.309	TP	1933	9961475.56	496739.583	3078.135	TP	2968	9962235.461	494963.58	3053.484	CEM
899	9962235.683	494239.332	3094.174	TP	1934	9961475.169	496728.708	3076.956	TP	2969	9962225.31	494960.866	3053.557	CEM
900	9962281.517	494431.83	3082.493	TP	1935	9961499.038	496744.355	3078.194	TP	2970	9962231.913	494977.102	3052.487	CEM
901	9962222.347	494241.72	3093.763	TP	1936	9961527.711	496753.813	3079.6	TP	2971	9962221.834	494974.417	3052.875	CEM
902	9962302.025	494428.976	3081.894	TP	1937	9961561.46	496761.684	3080.826	TP	2972	9962228.332	494991.509	3051.625	CEM
903	9962206.402	494244.458	3093.621	TP	1938	9961519.426	496710.775	3073.774	TP	2973	9962218.254	494988.958	3052.155	CEM
904	9962310.774	494444.331	3080.959	TP	1939	9961536.302	496724.599	3075.812	TP	2974	9962225.741	495001.802	3051.396	CEM
905	9962194.895	494247.042	3093.84	TP	1940	9961589.638	496763.593	3081.417	TP	2975	9962215.297	495000.764	3051.479	CEM
906	9962296.827	494445.809	3080.941	TP	1941	9961553.79	496736.782	3077.927	TP	2976	9962254.124	494887.773	3054.773	ID
907	9962191.931	494229.696	3094.791	TP	1942	9961570.618	496746.66	3079.218	TP	2977	9962269.772	494889.269	3053.758	CD
908	9962289.291	494448.553	3081.141	TP	1943	9961546.149	496688.477	3071.441	TP	2978	9962256.595	494887.042	3054.074	CD
909	9962204.665	494228.55	3094.527	TP	1944	9961572.456	496705.94	3074.189	TP	2979	9962249.781	494917.512	3053.809	CD
910	9962274.975	494452.126	3080.889	TP	1945	9961561.827	496698.379	3073.315	TP	2980	9962243.241	494946.881	3054.055	CD



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
911	9962258.323	494454.859	3081.052	TP	1946	9961595.744	496712.349	3075.293	TP	2981	9962257.2	494949.582	3053.948	CD
912	9962251.708	494456.005	3081.126	TP	1947	9961620.985	496729.833	3077.004	TP	2982	9962255.956	494953.437	3054.127	C
913	9962216.039	494226.533	3094.994	TP	1948	9961582.996	496689.825	3072.121	C	2983	9962244.141	494950.91	3054.243	C
914	9962230.947	494222.308	3095.261	TP	1949	9961619.952	496702.477	3073.455	C	2984	9962242.835	494956.902	3052.306	C
915	9962230.261	494207.696	3096.6	TP	1950	9961581.756	496695.69	3072.944	C	2985	9962223.249	495004.533	3051.449	GPS5Pto-control
916	9962217.842	494209.268	3096.328	TP	1951	9961605.775	496698.478	3072.942	C	2986	9962206.79	495082.738	3047.371	GPS6Pto-control
917	9962206.584	494210.302	3096.166	TP	1952	9961596.348	496698.845	3073.135	C	2987	9962273.865	494964.288	3050.087	CD
918	9962191.342	494213.167	3096.091	TP	1953	9961608.133	496695.316	3072.051	C	2988	9962247.763	494960.663	3050.708	CD
919	9962186.84	494201.01	3096.817	TP	1954	9961569.914	496672.956	3071.153	TP	2989	9962235.651	495000.906	3050.644	CD
920	9962207.272	494194.957	3097.619	TP	1955	9961587.53	496675.221	3072.188	TP	2990	9962249.181	495003.805	3050.461	CD
921	9962218.619	494192.061	3097.533	TP	1956	9961617.901	496682.912	3072.14	TP	2991	9962234.251	495003.563	3050.596	CEM
922	9962231.208	494192.008	3097.645	TP	1957	9961642.236	496687.44	3073.446	TP	2992	9962243.994	495005.483	3050.121	CEM
923	9962228.716	494178.892	3098.639	TP	1958	9961616.335	496679.626	3070.379	C12	2993	9961746.686	496696.973	3074.475	PL
924	9962212.881	494182.525	3098.341	TP	1959	9961641.905	496685.862	3072.774	C12	2994	9961615.411	496670.4	3070.272	TP
925	9962200.618	494185.95	3097.993	TP	1960	9961596.452	496675.866	3070.376	C12	2995	9961626.92	496672.825	3071.117	TP
926	9962182.21	494188.772	3098.215	TP	1961	9961640.618	496684.793	3071.47	C12	2996	9961753.801	496692.74	3072.104	C
927	9962181.799	494188.831	3098.097	TP	1962	9961573.32	496670.085	3069.436	C12	2997	9961761.384	496694.024	3071.098	C
928	9962176.528	494175.245	3098.728	TP	1963	9961615.656	496678.096	3070.41	C12	2998	9961773.714	496694.248	3071.592	C
929	9962199.822	494318.708	3088.502	C	1964	9961592.59	496673.95	3069.928	C12	2999	9961603.819	496664.253	3066.898	C
930	9962198.091	494310.65	3088.828	C	1965	9961593.202	496669.29	3069.589	C12	3000	9961605.215	496656.445	3066.807	C
931	9962186.705	494311.899	3089.289	C	1966	9961572.96	496664.056	3069.376	C12	3001	9961605.216	496656.445	3069.308	C
932	9962198.701	494171.939	3099.256	TP	1967	9961574.562	496663.112	3069.811	PL	3002	9961603.813	496664.261	3069.658	C
933	9962211.352	494169.418	3099.281	TP	1968	9961614.985	496671.761	3070.744	PL	3003	9961600.438	496653.24	3069.108	C
934	9962220.102	494168.831	3099.246	TP	1969	9961334.301	496855.558	3100.213	TP	3004	9961585.663	496637.261	3066.494	TP
935	9962217.773	494155.782	3100.655	TP	1970	9961295.009	496859.5	3096.766	TP	3005	9962116.243	495676.892	3027.457	P3Estación
936	9962201.944	494160.11	3100.443	TP	1971	9961311.301	496862.138	3097.677	TP	3006	9962105.549	495689.784	3025.68	TP
937	9962238.061	494423.367	3082.87	A7Estación	1972	9961311.522	496862.092	3097.432	TP	3007	9962115.62	495691.876	3025.659	TP
938	9962253.01	494464.362	3080.866	C	1973	9961320.005	496863.333	3098.043	TP	3008	9962110.347	495690.552	3025.867	CNA
939	9962263.159	494462.51	3080.734	C	1974	9961320.959	496863.437	3098.806	TP	3009	9962111.415	495690.438	3025.134	CNA
940	9962276.735	494460.097	3080.569	C	1975	9961338.488	496865.235	3100.249	TP	3010	9962111.011	495690.525	3024.121	CNA
941	9962187.771	494334.824	3087.972	VE	1976	9961339.79	496865.731	3099.321	TP	3011	9962087.372	495691.016	3025.815	TP
942	9962186.174	494325.808	3088.047	VE	1977	9961353.575	496867.655	3100.202	TP	3012	9962140.135	495693.674	3024.665	TP
943	9962186.131	494325.695	3088.189	AC	1978	9961354.398	496867.426	3101.024	TP	3013	9962075.736	495691.436	3025.509	TP
944	9962187.76	494334.935	3088.114	AC	1979	9961378.088	496870.225	3102.585	TP	3014	9962160.709	495697.495	3025.322	TP
945	9962187.872	494336.63	3088.158	LF	1980	9961399.537	496873.596	3103.187	TP	3015	9962072.479	495713.708	3025.493	TP



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
946	9962186.01	494323.917	3088.251	LF	1981	9961414.873	496876.921	3104.185	TP	3016	9962154.648	495712.447	3024.366	TP
947	9962200.194	494321.321	3088.187	LF	1982	9961415.303	496878.271	3103.946	C13	3017	9962086.83	495713.14	3024.459	TP
948	9962193.736	494323.77	3088.14	PL	1983	9961414.74	496882.004	3104.148	C13	3018	9962088.51	495713.213	3024.491	TP
949	9962197.078	494323.963	3087.964	S	1984	9961388.306	496879.761	3102.587	C13	3019	9962096.197	495712.543	3023.578	TP
950	9962197.09	494324.248	3087.963	S	1985	9961389.019	496873.944	3102.493	C13	3020	9962097.354	495712.297	3023.553	TP
951	9962197.566	494324.191	3087.94	S	1986	9961354.559	496869.066	3099.972	C13	3021	9962154.746	495712.482	3023.992	TP
952	9962200.219	494323.704	3087.978	S	1987	9961354.012	496874.476	3099.962	C13	3022	9962126.236	495713.066	3020.587	TP
953	9962200.156	494323.383	3087.976	S	1988	9961318.39	496871.133	3097.254	C13	3023	9962107.54	495713.088	3024.883	CNA
954	9962200.623	494323.308	3088.002	S	1989	9961319.709	496864.849	3097.461	C13	3024	9962109.931	495713.395	3024.712	CNA
955	9962199.998	494328.312	3088.074	PZ	1990	9961289.908	496861.399	3094.775	C13	3025	9962109.289	495713.295	3023.67	CNA
956	9962198.782	494332.191	3087.896	S	1991	9961288.856	496868.816	3094.343	C13	3026	9962107.235	495743.271	3022.179	CNA
957	9962198.335	494332.248	3087.902	S	1992	9961293.536	496871.752	3094.169	PL	3027	9962105.793	495743.062	3022.262	CNA
958	9962198.393	494332.61	3087.901	S	1993	9961294.896	496870.341	3095.208	CEA	3028	9962106.698	495743.107	3022.254	CNA
959	9962201.502	494332.071	3087.879	S	1994	9961334.455	496874.783	3098.495	CEA	3029	9962111.773	495742.811	3021.611	TP
960	9962201.443	494331.782	3087.878	S	1995	9961335.294	496875.169	3097.272	PL	3030	9962101.102	495739.273	3023.323	TP
961	9962201.93	494331.583	3087.89	S	1996	9961377.873	496879.456	3101.962	CEA	3031	9962140.588	495744.464	3023.484	TP
962	9962258.99	494317.611	3089.764	PZ	1997	9961382.365	496881.051	3102.022	PL	3032	9962088.277	495743.899	3022.144	TP
963	9962200.89	494333.675	3088.098	PZ	1998	9961387.277	496882.912	3102.894	C	3033	9962075.029	495741.27	3023.28	TP
964	9962231.374	494548.238	3077.225	A8Estación	1999	9961397.432	496884.847	3103.267	C	3034	9962180.009	495737.276	3022.939	TP
965	9962225.886	494375.977	3084.743	C	2000	9961845.174	496477.647	3039.895	P2Estación	3035	9962134.5	495757.707	3023.276	TA
966	9962227.844	494386.23	3084.367	C	2001	9961839.311	496472.878	3038.01	TP	3036	9962147.832	495763.177	3022.821	TA
967	9962223.264	494354.286	3085.918	C	2002	9961854.685	496486.295	3038.077	TP	3037	9962131.007	495766.765	3023.53	CNA
968	9962219.835	494387.993	3083.799	C	2003	9961870.646	496495.051	3038.103	TP	3038	9962145.017	495771.884	3023.53	TP
969	9962220.409	494355.026	3085.9	C	2004	9961864.42	496520.301	3042.122	TP	3039	9962126.638	495752.824	3022.62	CNA
970	9962235.715	494422.307	3082.919	C	2005	9961822.306	496468.844	3036.326	TP	3040	9962126.203	495753.493	3023.025	CNA
971	9962235.818	494425.376	3082.57	C	2006	9961847.113	496518.591	3041.869	TP	3041	9962126.732	495753.111	3020.543	CNA
972	9962209.872	494389.703	3083.394	C	2007	9961803.594	496481.227	3040.153	TP	3042	9962105.528	495746.696	3022.151	CNA
973	9962210.677	494393.481	3083.553	TP	2008	9961831.249	496511.382	3041.937	TP	3043	9962106.914	495746.937	3021.978	CNA
974	9962229.676	494431.347	3081.755	TP	2009	9961817.265	496495.697	3042.273	TP	3044	9962106.433	495746.854	3021.62	CNA
975	9962224.111	494390.462	3084.037	TP	2010	9961820.225	496529.482	3043.735	TP	3045	9962120.723	495764.394	3023.174	TP
976	9962226.057	494441.646	3080.956	TP	2011	9961797.621	496511.835	3044.126	TP	3046	9962103.837	495770.564	3023.456	TP
977	9962236.951	494387.23	3084.68	TP	2012	9961807.62	496520.37	3043.519	TP	3047	9962088.979	495767.157	3024.065	TP
978	9962235.092	494442.301	3081.372	TP	2013	9961780.038	496499.862	3044.72	TP	3048	9962234.512	494526.318	3076.94	AC
979	9962234.169	494376.08	3085.181	TP	2014	9961818.901	496538.782	3044.558	TP	3049	9962236.86	494541.631	3077.082	PAR
980	9962247.379	494444.561	3081.271	TP	2015	9961753.999	496521.733	3046.517	TP	3050	9962252.726	494522.87	3076.597	AC



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
981	9962230.884	494364.378	3085.393	TP	2016	9961833.437	496550.641	3048.033	TP	3051	9962254.825	494538.41	3076.734	PAR
982	9962244.522	494429.28	3082.359	TP	2017	9961772.349	496535.313	3046.166	TP	3052	9962270.335	494519.534	3076.253	AC
983	9962229.362	494353.733	3086.509	TP	2018	9961817.668	496570.661	3052.201	TP	3053	9962272.633	494535.653	3076.39	PAR
984	9962236.838	494430.778	3081.761	TP	2019	9961788.51	496550.379	3046.721	TP	3054	9962286.709	494516.505	3075.949	AC
985	9962242.234	494418.265	3083.119	TP	2020	9961800.911	496560.806	3048.795	TP	3055	9962290.148	494536.387	3075.963	PAR
986	9962238.422	494398.129	3084.505	TP	2021	9961785.5	496578.468	3053.768	TP	3056	9962286.626	494514.107	3075.976	LF
987	9962235.455	494417.713	3083.093	TP	2022	9961727.202	496543.374	3049.019	TP	3057	9962290.878	494547.196	3076.038	PAR
988	9962225.577	494399.71	3083.534	TP	2023	9961809.479	496592.213	3056.79	TP	3058	9962280.064	494516.837	3076.094	PL
989	9962233.679	494406.07	3083.523	TP	2024	9961740.599	496553.518	3049.335	TP	3059	9962273.266	494549.581	3076.317	PAR
990	9962215.722	494400.317	3082.993	TP	2025	9961756.65	496565.819	3051.728	TP	3060	9962272.287	494516.703	3076.304	LF
991	9962240.322	494405.249	3084.021	TP	2026	9961767.012	496577.818	3054.16	TP	3061	9962258.264	494549.922	3076.584	PAR
992	9962208.376	494401.524	3082.392	TP	2027	9961738.976	496582.082	3052.717	TP	3062	9962262.343	494518.575	3076.434	LF
993	9962217.187	494399.89	3083.156	PL	2028	9961724.535	496572.837	3050.956	TP	3063	9962240.488	494550.314	3076.724	PAR
994	9962213.703	494409.196	3082.391	TP	2029	9961758.768	496597.635	3056.671	TP	3064	9962250.926	494520.717	3076.657	LF
995	9962237.823	494460.399	3080.117	TP	2030	9961714.407	496567.403	3050.183	TP	3065	9962222.112	494550.734	3077.234	PAR
996	9962224.608	494407.183	3083.137	TP	2031	9961761.897	496618.628	3059.739	TP	3066	9962230.966	494526.305	3077.025	PL
997	9962250.165	494459.086	3080.301	TP	2032	9961712.579	496566.657	3051.036	TP	3067	9962202.234	494551.133	3077.715	PAR
998	9962232.794	494405.784	3083.45	TP	2033	9961700.685	496562.157	3050.936	TP	3068	9962227.54	494525.839	3077.085	LF
999	9962251.6	494474.142	3079.13	TP	2034	9961731.815	496608.206	3054.741	TP	3069	9962202.197	494551.195	3077.658	VE
1000	9962244.079	494476.589	3078.725	TP	2035	9961690.897	496558.458	3050.738	TP	3070	9962206.85	494529.572	3077.556	LF
1001	9962235.49	494475.193	3078.805	TP	2036	9961686.176	496565.099	3051.602	TP	3071	9962220.814	494550.766	3077.258	VE
1002	9962231.717	494473.516	3078.804	C	2037	9961711.102	496608.535	3055.401	TP	3072	9962196.839	494531.456	3077.771	LF
1003	9962231.122	494483.04	3078.221	C	2038	9961684.46	496565.67	3052.961	TP	3073	9962240.925	494550.331	3076.715	VE
1004	9962230.856	494485.879	3077.997	C	2039	9961687.764	496603.508	3055.271	TP	3074	9962197.312	494531.757	3077.768	ID
1005	9962230.322	494492.668	3077.925	C	2040	9961668.826	496581.161	3055.028	TP	3075	9962258.36	494549.929	3076.455	VE
1006	9962229.912	494501.713	3077.507	C	2041	9961681.499	496599.571	3056.84	TP	3076	9962193.706	494533.037	3077.89	PL
1007	9962229.021	494510.032	3077.278	C	2042	9961683.685	496599.955	3054.699	TP	3077	9962273.438	494549.515	3076.174	VE
1008	9962228.221	494518.655	3077.212	C	2043	9961681.535	496622.278	3056.845	TP	3078	9962182.995	494534.056	3078.042	LF
1009	9962227.681	494525.587	3077.078	C	2044	9961679.786	496621.02	3058.763	TP	3079	9962291.522	494547.118	3075.872	VE
1010	9962230.7	494492.815	3077.81	PL	2045	9961664.571	496615.549	3059.197	TP	3080	9962183.823	494564.176	3077.845	VE
1011	9962253.529	494472.107	3079.486	C	2046	9961704.402	496629.489	3058.646	TP	3081	9962290.862	494566.443	3075.68	VE
1012	9962235.973	494460.859	3079.932	PZ	2047	9961652.329	496612.697	3059.071	TP	3082	9962201.478	494563.988	3077.411	VE
1013	9962229.522	494400.828	3083.575	PZ	2048	9961749.451	496642.774	3064.084	TP	3083	9962274.023	494565.982	3075.949	VE
1014	9962229.664	494463.883	3079.439	C	2049	9961650.073	496608.998	3060.737	TP	3084	9962218.36	494564.46	3077.097	VE
1015	9962214.987	494466.826	3078.684	C	2050	9961760.206	496646.529	3065.226	TP	3085	9962256.738	494565.536	3076.267	VE



ANEXO ARCHIVO DE PUNTOS TOPOGRAFICOS														
No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION	No	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1016	9962216.784	494456.983	3079.467	TP	2051	9961619.613	496623.237	3062.551	TP	3086	9962234.871	494564.886	3076.742	VE
1017	9962225.327	494451.379	3080.235	TP	2052	9961618.65	496623.265	3063.47	TP	3087	9962243.955	494565.149	3076.54	VE
1018	9962287.027	494516.525	3075.79	VE	2053	9961750.358	496676.825	3069.907	TP	3088	9962234.901	494565.018	3076.896	BO
1019	9962291.435	494536.36	3075.796	VE	2054	9961648.108	496633.431	3063.631	TP	3089	9962243.937	494565.207	3076.678	BO
1020	9962270.279	494519.72	3076.068	VE	2055	9961722.749	496668.696	3068.432	TP	3090	9962218.295	494564.537	3077.258	BO
1021	9962272.782	494535.724	3076.215	VE	2056	9961650.795	496635.115	3061.716	TP	3091	9962260.276	494565.621	3076.314	BO
1022	9962251.118	494523.315	3076.473	VE	2057	9961677.178	496651.467	3063.147	TP	3092	9962201.391	494564.109	3077.634	BO
1023	9962255.754	494538.215	3076.591	VE	2058	9961679.156	496652.577	3061.721	TP	3093	9962270.758	494565.967	3076.176	AC
1024	9962232.546	494526.788	3076.842	VE	2059	9961678.021	496676.32	3065.854	TP	3094	9962184.012	494564.252	3077.994	BO
1025	9962237.913	494541.403	3076.958	VE	2060	9961651.819	496664.597	3065.588	TP	3095	9962289.746	494566.47	3075.807	AC
1026	9962215.545	494529.958	3077.148	VE	2061	9961676.492	496676.343	3067.091	TP	3096	9962292.886	494568.468	3075.729	LF
1027	9962219.127	494545.149	3077.293	VE	2062	9961652.878	496677.971	3072.186	TP	3097	9962184.187	494567.029	3077.932	CEM
1028	9962197.399	494533.439	3077.537	VE	2063	9961659.155	496679.995	3071.894	PL	3098	9962272.073	494564.74	3077.824	CEM
1029	9962200.016	494548.507	3077.704	VE	2064	9961670.898	496682.892	3071.653	TP	3099	9962270.571	494568.485	3076.322	LF
1030	9962180.551	494536.551	3077.847	VE	2065	9961645.787	496665.999	3069.237	TP	3100	9962200.307	494566.737	3077.679	CEM
1031	9962184.026	494551.431	3078.049	VE	2066	9961695.458	496686.811	3072.61	TP	3101	9962253.803	494568.029	3076.435	CEM
1032	9962180.531	494536.454	3078.052	AC	2067	9961617.218	496654.498	3066.709	TP	3102	9962214.467	494566.977	3077.222	CEM
1033	9962184.069	494551.434	3078.165	PAR	2068	9961616.288	496654.828	3067.513	TP	3103	9961617.151	496665.403	3067.833	TP
1034	9962199.755	494532.829	3077.689	AC	2069	9961702.268	496688.632	3073.143	PL	3104	9961746.158	496696.956	3074.253	TP
1035	9962202.173	494548.215	3077.795	PAR	2070	9961730.512	496694.466	3073.979	TP	3105	9962218.222	494529.374	3077.138	AC
										3106	9962220.597	494544.923	3077.403	PAR

Fuente: Los Autores.



## ANEXO 4.2. Detalle de Localización de Curvas de la Avenida Escalón 3.

### ANÁLISIS DE DATOS

Las columnas de VÍA DERECHA Y VÍA IZQUIERDA indican el desarrollo del sobreancho a lo largo de la curva.

La columna de Peralte muestra cómo se desarrolla el peralte en la curva hasta llegar al máximo de cada curva.

La columna de ABSCISAS indican puntos donde comienza el desarrollo del peralte y del sobreancho, hasta donde termina dicho desarrollo, además se incluyen como puntos de referenciales el PC y PT.

#### CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 1

$\alpha =$	11° 6' 58"	PC =	0+228.180	X =	10.000
R =	160.000	PI =	0+243.750		
T =	15.570	PT =	0+259.222	P =	7.90%
L =	31.042			S =	0.730

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
	0+201.513			7.300		7.300	
	0+210.000	8.487	1.68%	7.455		7.300	1.68%
	0+220.000	10.000	3.65%	7.637		7.300	3.65%
PC	0+228.180	8.180	5.27%	7.787	00° 00' 00"	7.300	5.27%
	0+230.000	1.820	5.63%	7.820	00° 19' 33"	7.300	5.63%
	0+240.000	10.000	7.60%	8.002	02° 06' 59"	7.300	7.60%
	0+241.513	1.513	7.90%	8.030	02° 23' 14"	7.300	7.90%
	0+245.889	4.375	7.90%	8.030	03° 10' 15"	7.300	7.90%
	0+250.000	4.111	7.09%	7.955	03° 54' 25"	7.300	7.09%
PT	0+259.222	9.222	5.27%	7.787	05° 33' 29"	7.300	5.27%
	0+260.000	0.778	5.11%	7.772		7.300	5.11%
	0+270.000	10.000	3.14%	7.590		7.300	3.14%
	0+280.000	10.000	1.16%	7.407		7.300	1.16%
	0+285.889	5.889		7.300		7.300	

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 2**

$\alpha =$	7° 43' 43"	PC =	0+477.005	X =	10.000
R =	300.000	PI =	0+497.270		
T =	20.265	PT =	0+517.473	P =	4.70%
L =	40.468			S =	0.410

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
	0+463.005			7.300		7.300	
	0+470.000	6.995	1.57%	7.437		7.300	1.57%
PC	0+477.005	7.005	3.13%	7.573	00° 00' 00"	7.300	3.13%
	0+480.000	2.995	3.80%	7.632	00° 17' 10"	7.300	3.80%
	0+484.005	4.005	4.70%	7.710	00° 40' 06"	7.300	4.70%
	0+490.000	5.995	4.70%	7.710	01° 14' 27"	7.300	4.70%
	0+500.000	10.000	4.70%	7.710	02° 11' 45"	7.300	4.70%
	0+510.000	10.000	4.70%	7.710	03° 09' 03"	7.300	4.70%
	0+510.473	0.473	4.70%	7.710	03° 11' 45"	7.300	4.70%
PT	0+517.473	7.000	3.13%	7.573	03° 51' 52"	7.300	3.13%
	0+520.000	2.527	2.57%	7.524		7.300	2.57%
	0+530.000	10.000	0.33%	7.329		7.300	0.33%
	0+531.473	1.473		7.300		7.300	

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 3**

$\alpha =$	5° 54' 6"	PC =	0+568.770	X =	10.000
R =	400.000	PI =	0+589.390		
T =	20.620	PT =	0+609.973	P =	3.60%
L =	41.203			S =	0.380

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
	0+558.770			7.300		7.300	-2.00%
	0+560.000	1.230	0.30%	7.300		7.331	-2.00%
PC	0+568.770	8.770	2.40%	7.300	00° 00' 00"	7.553	-2.40%
	0+570.000	1.230	2.70%	7.300	00° 05' 17"	7.584	-2.70%
	0+573.770	3.770	3.60%	7.300	00° 21' 29"	7.680	-3.60%
	0+580.000	6.230	3.60%	7.300	00° 48' 15"	7.680	-3.60%
	0+590.000	10.000	3.60%	7.300	01° 31' 14"	7.680	-3.60%
	0+600.000	10.000	3.60%	7.300	02° 14' 12"	7.680	-3.60%
	0+604.973	4.973	3.60%	7.300	02° 35' 34"	7.680	-3.60%
PT	0+609.973	5.000	2.40%	7.300	02° 57' 03"	7.553	-2.40%
	0+610.000	0.027	2.39%	7.300		7.553	-2.39%
	0+619.973	9.973		7.300		7.300	-2.00%

Fuente: Los Autores.





### CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 4

$\alpha =$	4° 33' 5"	PC =	0+698.038	X =	10.000
R =	300.000	PI =	0+709.960		
T =	11.922	PT =	0+721.870	P =	4.70%
L =	23.832			S =	0.410

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
				7.300		7.300	-2.00%
	0+684.038			7.300		7.416	-2.00%
	0+690.000	5.962	1.33%	7.300		7.573	-3.13%
PC	0+698.038	8.038	3.13%	7.300	00° 00' 00"	7.612	-3.57%
	0+700.000	1.962	3.57%	7.300	00° 11' 14"	7.710	-4.70%
	0+705.038	5.038	4.70%	7.300	01° 08' 32"	7.710	-4.70%
	0+710.000	4.962	4.70%	7.300	01° 36' 26"	7.610	-3.55%
	0+714.870	4.870	3.55%	7.300	02° 05' 50"	7.573	-3.13%
PT	0+721.870	1.870	3.13%	7.300	02° 16' 33"	7.415	-2.00%
	0+730.000	8.130	1.31%	7.300		7.300	-2.00%
	0+735.870	5.870		7.300			

Fuente: Los Autores.

### CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 5

$\alpha =$	3° 28' 9"	PC =	0+941.373	X =	10.000
R =	450.000	PI =	0+955.000		
T =	13.627	PT =	0+968.619	P =	2.90%
L =	27.246			S =	

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
				7.300		7.300	-2.00%
	0+931.373			7.300		7.300	-2.00%
	0+940.000	8.627	1.67%	7.300		7.300	-2.00%
PC	0+941.373	1.373	1.93%	7.300	00° 00' 00"	7.300	-2.00%
	0+946.373	5.000	2.90%	7.300	00° 19' 06"	7.300	-2.90%
	0+950.000	3.627	2.90%	7.300	00° 32' 57"	7.300	-2.90%
	0+960.000	10.000	2.90%	7.300	01° 11' 09"	7.300	-2.90%
	0+963.619	3.619	2.90%	7.300	01° 24' 58"	7.300	-2.90%
PT	0+968.619	5.000	1.93%	7.300	01° 44' 04"	7.300	-2.00%
	0+970.000	1.381	1.67%	7.300		7.300	-2.00%
	0+978.619	8.619		7.300		7.300	-2.00%

Fuente: Los Autores.



**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 6**

$\alpha =$	13° 9' 6"	PC =	1+067.856	X =	10.000
R =	230.000	PI =	1+094.370		
T =	26.514	PT =	1+120.651	P =	5.50%
L =	52.795			S =	0.600

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
	1+053.856			7.300		7.300	-2.00%
	1+060.000	6.144	1.61%	7.300		7.476	-2.00%
PC	1+067.856	7.856	3.67%	7.300	00° 00' 00"	7.700	-3.67%
	1+070.000	2.144	4.23%	7.300	00° 16' 01"	7.761	-4.23%
	1+074.856	4.856	5.50%	7.300	00° 52' 19"	7.900	-5.50%
	1+080.000	5.144	5.50%	7.300	01° 30' 45"	7.900	-5.50%
	1+090.000	10.000	5.50%	7.300	02° 45' 29"	7.900	-5.50%
	1+100.000	10.000	5.50%	7.300	04° 00' 13"	7.900	-5.50%
	1+110.000	10.000	5.50%	7.300	05° 14' 57"	7.900	-5.50%
	1+113.651	3.651	5.50%	7.300	05° 42' 14"	7.900	-5.50%
	1+120.000	6.349	3.84%	7.300	06° 29' 41"	7.719	-3.84%
PT	1+120.651	0.651	3.67%	7.300	06° 34' 33"	7.700	-3.67%
	1+130.000	9.349	1.22%	7.300		7.433	-2.00%
	1+134.651	4.651		7.300		7.300	-2.00%

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 7**

$\alpha =$	1° 21' 46"	PC =	1+276.411	X =	10.000
R =	1,400.000	PI =	1+293.060		
T =	16.649	PT =	1+309.707	P =	
L =	33.296			S =	

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
	1+276.411			7.600	00° 00' 00"	7.600	
PC	1+280.000	3.589		7.600	00° 04' 24"	7.600	
	1+290.000	10.000		7.600	00° 16' 41"	7.600	
	1+300.000	10.000		7.600	00° 28' 58"	7.600	
PT	1+309.707	9.707		7.600	00° 40' 53"	7.600	

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 8**

$\alpha =$	6° 9' 38"	PC =	1+543.256	X =	10.000
R =	350.000	PI =	1+562.090		
T =	18.834	PT =	1+580.889	P =	3.60%
L =	37.633			S =	0.450

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
	1+529.256			7.600		7.600	-2.00%
	1+530.000	0.744	0.13%	7.600		7.616	-2.00%
	1+540.000	10.000	1.84%	7.600		7.830	-2.00%
PC	1+543.256	3.256	2.40%	7.600	00° 00' 00"	7.900	-2.40%
	1+550.000	6.744	3.56%	7.600	00° 33' 07"	8.045	-3.56%
	1+550.256	0.256	3.60%	7.600	00° 34' 23"	8.050	-3.60%
	1+560.000	9.744	3.60%	7.600	01° 22' 14"	8.050	-3.60%
	1+570.000	10.000	3.60%	7.600	02° 11' 20"	8.050	-3.60%
	1+573.889	3.889	3.60%	7.600	02° 30' 26"	8.050	-3.60%
	1+580.000	6.111	2.55%	7.600	03° 00' 27"	7.919	-2.55%
PT	1+580.889	0.889	2.40%	7.600	03° 04' 49"	7.900	-2.40%
	1+590.000	9.111	0.84%	7.600		7.705	-2.00%
	1+594.889	4.889		7.600		7.600	-2.00%

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 9**

$\alpha =$	2° 22' 15"	PC =	1+828.266	X =	10.000
R =	800.000	PI =	1+844.820		
T =	16.554	PT =	1+861.370	P =	
L =	33.104			S =	

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
	1+821.599			7.600		7.600	
PC	1+828.266	6.667		7.600	00° 00' 00"	7.600	
	1+830.000	1.734		7.600	00° 03' 44"	7.600	
	1+831.599	1.599		7.600	00° 07' 10"	7.600	
	1+840.000	8.401		7.600	00° 25' 13"	7.600	
	1+850.000	10.000		7.600	00° 46' 42"	7.600	
	1+858.037	8.037		7.600	01° 03' 58"	7.600	
	1+860.000	1.963		7.600	01° 08' 11"	7.600	
PT	1+861.370	1.370		7.600	01° 11' 08"	7.600	
	1+868.037	6.667		7.600		7.600	

Fuente: Los Autores.



### CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 10

$\alpha =$	1° 59' 1"		PC =	2+274.382		X =	10.000
R =	3,500.000		PI =	2+334.970			
T =	60.588		PT =	2+395.545		P =	
L =	121.163					S =	

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
PC	2+274.382			7.600	00° 00' 00"	7.600	
	2+280.000	5.618		7.600	00° 02' 46"	7.600	
	2+290.000	10.000		7.600	00° 07' 40"	7.600	
	2+300.000	10.000		7.600	00° 12' 35"	7.600	
	2+310.000	10.000		7.600	00° 17' 30"	7.600	
	2+320.000	10.000		7.600	00° 22' 24"	7.600	
	2+330.000	10.000		7.600	00° 27' 19"	7.600	
	2+340.000	10.000		7.600	00° 32' 14"	7.600	
	2+350.000	10.000		7.600	00° 37' 08"	7.600	
	2+360.000	10.000		7.600	00° 42' 03"	7.600	
	2+370.000	10.000		7.600	00° 46' 58"	7.600	
	2+380.000	10.000		7.600	00° 51' 52"	7.600	
	2+390.000	10.000		7.600	00° 56' 47"	7.600	
PT	2+395.545	5.545		7.600	00° 59' 30"	7.600	

Fuente: Los Autores.

### CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 11

$\alpha =$	0° 28' 56"		PC =	2+546.240		X =	10.000
R =	3,500.000		PI =	2+560.970			
T =	14.730		PT =	2+575.700		P =	
L =	29.460					S =	

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
PC	2+546.240			7.600	00° 00' 00"	7.600	
	2+550.000	3.760		7.600	00° 01' 51"	7.600	
	2+560.000	10.000		7.600	00° 06' 45"	7.600	
	2+570.000	10.000		7.600	00° 11' 40"	7.600	
PT	2+575.700	5.700		7.600	00° 14' 28"	7.600	

Fuente: Los Autores.



### CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 12

$\alpha =$	3° 34' 46"	PC =	2+790.737	X =	10.000
R =	1.800.000	PI =	2+846.980		
T =	56.243	PT =	2+903.187	P =	
L =	112.450			S =	

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
PC	2+790.737			7.600	00° 00' 00"	7.600	
	2+800.000	9.263		7.600	00° 08' 51"	7.600	
	2+810.000	10.000		7.600	00° 18' 24"	7.600	
	2+820.000	10.000		7.600	00° 27' 57"	7.600	
	2+830.000	10.000		7.600	00° 37' 30"	7.600	
	2+840.000	10.000		7.600	00° 47' 03"	7.600	
	2+850.000	10.000		7.600	00° 56' 36"	7.600	
	2+860.000	10.000		7.600	01° 06' 08"	7.600	
	2+870.000	10.000		7.600	01° 15' 41"	7.600	
	2+880.000	10.000		7.600	01° 25' 14"	7.600	
	2+890.000	10.000		7.600	01° 34' 47"	7.600	
	2+900.000	10.000		7.600	01° 44' 20"	7.600	
PT	2+903.187	3.187		7.600	01° 47' 23"	7.600	

Fuente: Los Autores.

### CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 13

$\alpha =$	57° 13' 5"	PC =	3+038.658	X =	10.000
R =	100.000	PI =	3+093.200		
T =	54.542	PT =	3+138.522	P =	9.10%
L =	99.864			S =	1.150

	ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
	3+011.991			7.600		7.600	-2.00%
	3+020.000	8.009	1.82%	7.600		7.830	-2.00%
	3+030.000	10.000	4.10%	7.600		8.118	-4.10%
PC	3+038.658	8.658	6.07%	7.600	00° 00' 00"	8.367	-6.07%
	3+040.000	1.342	6.37%	7.600	00° 23' 04"	8.405	-6.37%
	3+050.000	10.000	8.65%	7.600	03° 14' 57"	8.693	-8.65%
	3+051.991	1.991	9.10%	7.600	03° 49' 11"	8.750	-9.10%
	3+060.000	8.009	9.10%	7.600	06° 06' 51"	8.750	-9.10%
	3+070.000	10.000	9.10%	7.600	08° 58' 44"	8.750	-9.10%
	3+080.000	10.000	9.10%	7.600	11° 50' 37"	8.750	-9.10%
	3+090.000	10.000	9.10%	7.600	14° 42' 30"	8.750	-9.10%
	3+100.000	10.000	9.10%	7.600	17° 34' 24"	8.750	-9.10%
	3+110.000	10.000	9.10%	7.600	20° 26' 17"	8.750	-9.10%
	3+120.000	10.000	9.10%	7.600	23° 18' 10"	8.750	-9.10%
	3+125.189	5.189	9.10%	7.600	24° 47' 21"	8.750	-9.10%
	3+130.000	4.811	8.01%	7.600	26° 10' 03"	8.612	-8.01%
PT	3+138.522	8.522	6.07%	7.600	28° 36' 32"	8.367	-6.07%
	3+140.000	1.478	5.73%	7.600		8.324	-5.73%
	3+150.000	10.000	3.46%	7.600		8.037	-3.46%
	3+160.000	10.000	0.01	7.600		7.749	-2.00%
	3+165.189	5.189		7.600		7.600	-2.00%

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 14**

$\alpha =$	38° 10' 52"		PC =	3+435.949		X =	10.000
R =	120.000		PI =	3+477.480			
T =	41.531		PT =	3+515.915		P =	7.90%
L =	79.966					S =	0.910

ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
			7.600		7.600	
3+409.282			7.616		7.600	0.14%
3+410.000	0.718	0.14%	7.844		7.600	2.12%
3+420.000	10.000	2.12%	8.071		7.600	4.09%
3+430.000	10.000	4.09%	8.207	00° 00' 00"	7.600	5.27%
PC 3+435.949	5.949	5.27%	8.299	00° 58' 02"	7.600	6.07%
3+440.000	4.051	6.07%	8.510	03° 10' 59"	7.600	7.90%
3+449.282	9.282	7.90%	8.510	03° 21' 16"	7.600	7.90%
3+450.000	0.718	7.90%	8.510	05° 44' 30"	7.600	7.90%
3+460.000	10.000	7.90%	8.510	08° 07' 45"	7.600	7.90%
3+470.000	10.000	7.90%	8.510	10° 30' 59"	7.600	7.90%
3+480.000	10.000	7.90%	8.510	12° 54' 13"	7.600	7.90%
3+490.000	10.000	7.90%	8.510	15° 17' 28"	7.600	7.90%
3+500.000	10.000	7.90%	8.510	15° 54' 27"	7.600	7.90%
3+502.582	2.582	7.90%	8.341	17° 40' 42"	7.600	6.43%
3+510.000	7.418	6.43%	8.207	19° 05' 26"	7.600	5.27%
PT 3+515.915	5.915	5.27%	8.114		7.600	4.46%
3+520.000	4.085	4.46%	7.886		7.600	2.48%
3+530.000	10.000	2.48%	7.659		7.600	0.51%
3+540.000	10.000	0.51%	7.600		7.600	
3+542.582	2.582					

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 15**

$\alpha =$	46° 13' 13"		PC =	3+614.005		X =	10.000
R =	100.000		PI =	3+656.680			
T =	42.675		PT =	3+694.675		P =	9.10%
L =	80.670					S =	1.150

ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
			7.600		7.600	-2.00%
3+587.338			7.600		7.677	-2.00%
3+590.000	2.662	0.61%	7.600		7.964	-2.88%
3+600.000	10.000	2.88%	7.600		8.252	-5.16%
3+610.000	10.000	5.16%	7.600	00° 00' 00"	8.367	-6.07%
PC 3+614.005	4.005	6.07%	7.600	01° 43' 03"	8.539	-7.43%
3+620.000	5.995	7.43%	7.600	03° 49' 11"	8.750	-9.10%
3+627.338	7.338	9.10%	7.600	04° 34' 56"	8.750	-9.10%
3+630.000	2.662	9.10%	7.600	07° 26' 49"	8.750	-9.10%
3+640.000	10.000	9.10%	7.600	10° 18' 42"	8.750	-9.10%
3+650.000	10.000	9.10%	7.600	13° 10' 36"	8.750	-9.10%
3+660.000	10.000	9.10%	7.600	16° 02' 29"	8.750	-9.10%
3+670.000	10.000	9.10%	7.600	18° 54' 22"	8.750	-9.10%
3+680.000	10.000	9.10%	7.600	19° 17' 26"	8.750	-9.10%
3+681.342	1.342	9.10%	7.600	21° 46' 15"	8.501	-7.13%
3+690.000	8.658	7.13%	7.600	23° 06' 37"	8.367	-6.07%
PT 3+694.675	4.675	0.06%	7.600		8.214	-4.86%
3+700.000	5.325	0.05%	7.600		7.926	-2.58%
3+710.000	10.000	0.03%	7.600		7.639	-2.00%
3+720.000	10.000	0.00%	7.600		7.600	-2.00%
3+721.342	1.342					

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 16**

$\alpha =$	60° 51' 0"	PC =	3+854.492	X =	10.000
R =	100.000	PI =	3+913.220		
T =	58.728	PT =	3+960.695	P =	9.10%
L =	106.203			S =	1.150

ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
3+827.825			7.600		7.600	
3+830.000	2.175	0.49%	7.663		7.600	0.49%
3+840.000	10.000	2.77%	7.950		7.600	2.77%
3+850.000	10.000	5.04%	8.238		7.600	5.04%
PC 3+854.492	4.492	6.07%	8.367	00° 00' 00"	7.600	6.07%
3+860.000	5.508	7.32%	8.525	01° 34' 41"	7.600	7.32%
3+867.825	7.825	9.10%	8.750	03° 49' 11"	7.600	9.10%
3+870.000	2.175	9.10%	8.750	04° 26' 34"	7.600	9.10%
3+880.000	10.000	9.10%	8.750	07° 18' 27"	7.600	9.10%
3+890.000	10.000	9.10%	8.750	10° 10' 20"	7.600	9.10%
3+900.000	10.000	9.10%	8.750	13° 02' 14"	7.600	9.10%
3+910.000	10.000	9.10%	8.750	15° 54' 07"	7.600	9.10%
3+920.000	10.000	9.10%	8.750	18° 46' 00"	7.600	9.10%
3+930.000	10.000	9.10%	8.750	21° 37' 54"	7.600	9.10%
3+940.000	10.000	9.10%	8.750	24° 29' 47"	7.600	9.10%
3+947.362	7.362	0.09	8.750	26° 36' 19"	7.600	9.10%
3+950.000	2.638	0.08	8.674	27° 21' 40"	7.600	8.50%
3+960.000	10.000	0.06	8.387	30° 13' 33"	7.600	6.22%
PT 3+960.695	0.695	0.06	8.367	30° 25' 30"	7.600	6.07%
3+970.000	9.305	0.04	8.099		7.600	3.95%
3+980.000	10.000	0.02	7.812		7.600	1.67%
3+987.362	7.362		7.600		7.600	

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 17**

$\alpha =$	11° 37' 11"	PC =	4+015.308	X =	10.000
R =	150.000	PI =	4+030.570		
T =	15.262	PT =	4+045.728	P =	7.90%
L =	30.420			S =	0.910

ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
3+988.641			7.600		7.600	-2.00%
3+990.000	1.359	0.27%	7.600		7.631	-2.00%
4+000.000	10.000	2.24%	7.600		7.858	-2.24%
4+010.000	10.000	4.22%	7.600		8.086	-4.22%
PC 4+015.308	5.308	5.27%	7.600	00° 00' 00"	8.207	-5.27%
4+020.000	4.692	6.19%	7.600	00° 53' 46"	8.313	-6.19%
4+028.641	8.641	7.90%	7.600	02° 32' 47"	8.510	-7.90%
4+030.000	1.359	7.90%	7.600	02° 48' 22"	8.510	-7.90%
4+032.395	2.395	7.90%	7.600	03° 15' 48"	8.510	-7.90%
4+040.000	7.605	6.40%	7.600	04° 42' 57"	8.337	-6.40%
PT 4+045.728	5.728	5.27%	7.600	05° 48' 35"	8.207	-5.27%
4+050.000	4.272	4.42%	7.600		8.109	-4.42%
4+060.000	10.000	2.45%	7.600		7.882	-2.45%
4+070.000	10.000	0.47%	7.600		7.654	-2.00%
4+072.395	2.395		7.600		7.600	-2.00%

Fuente: Los Autores.



**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 18**

$\alpha =$	5° 21' 16"	PC =	4+161.764	X =	10.000
R =	350.000	PI =	4+178.130		
T =	16.366	PT =	4+194.473	P =	3.60%
L =	32.709			S =	0.450

ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
4+147.764			7.600		7.600	
4+150.000	2.236	0.38%	7.648		7.600	0.38%
4+160.000	10.000	2.10%	7.862		7.600	2.10%
PC 4+161.764	1.764	2.40%	7.900	00° 00' 00"	7.600	2.40%
4+168.764	7.000	3.60%	8.050	00° 34' 23"	7.600	3.60%
4+170.000	1.236	3.60%	8.050	00° 40' 27"	7.600	3.60%
4+180.000	10.000	3.60%	8.050	01° 29' 33"	7.600	3.60%
4+187.473	7.473	3.60%	8.050	02° 06' 15"	7.600	3.60%
4+190.000	2.527	3.17%	7.996	02° 18' 40"	7.600	3.17%
PT 4+194.473	4.473	2.40%	7.900	02° 40' 38"	7.600	2.40%
4+200.000	5.527	1.45%	7.782		7.600	1.45%
4+208.473	8.473		7.600		7.600	

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 19**

$\alpha =$	46° 9' 33"	PC =	4+293.546	X =	10.000
R =	120.000	PI =	4+344.680		
T =	51.134	PT =	4+390.222	P =	7.90%
L =	96.676			S =	0.910

ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
4+266.879			7.600		7.600	
4+270.000	3.121	0.62%	7.671		7.600	0.62%
4+280.000	10.000	2.59%	7.898		7.600	2.59%
4+290.000	10.000	4.57%	8.126		7.600	4.57%
PC 4+293.546	3.546	5.27%	8.207	00° 00' 00"	7.600	5.27%
4+300.000	6.454	6.54%	8.353	01° 32' 27"	7.600	6.54%
4+306.879	6.879	7.90%	8.510	03° 10' 59"	7.600	7.90%
4+310.000	3.121	7.90%	8.510	03° 55' 41"	7.600	7.90%
4+320.000	10.000	7.90%	8.510	06° 18' 55"	7.600	7.90%
4+330.000	10.000	7.90%	8.510	08° 42' 10"	7.600	7.90%
4+340.000	10.000	7.90%	8.510	11° 05' 24"	7.600	7.90%
4+350.000	10.000	7.90%	8.510	13° 28' 38"	7.600	7.90%
4+360.000	10.000	7.90%	8.510	15° 51' 53"	7.600	7.90%
4+370.000	10.000	7.90%	8.510	18° 15' 07"	7.600	7.90%
4+376.889	6.889	7.90%	8.510	19° 53' 47"	7.600	7.90%
4+380.000	3.111	0.07	8.439	20° 38' 21"	7.600	7.29%
4+390.000	10.000	0.05	8.212	23° 01' 36"	7.600	5.31%
PT 4+390.222	0.222	0.05	8.207	23° 04' 47"	7.600	5.27%
4+400.000	9.778	0.03	7.984		7.600	3.34%
4+410.000	10.000	0.01	7.757		7.600	1.36%
4+416.889	6.889		7.600		7.600	

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL DERECHA # 20**

$\alpha =$	55° 38' 32"	PC =	4+464.046	X =	10.000
R =	90.000	PI =	4+511.540		
T =	47.494	PT =	4+551.449	P =	9.10%
L =	87.403			S =	1.150

ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
4+437.379			7.600		7.600	-2.00%
4+440.000	2.621	0.60%	7.600		7.675	-2.00%
4+450.000	10.000	2.87%	7.600		7.963	-2.87%
4+460.000	10.000	5.15%	7.600		8.250	-5.15%
PC 4+464.046	4.046	6.07%	7.600	00° 00' 00"	8.367	-6.07%
4+470.000	5.954	7.42%	7.600	01° 53' 43"	8.538	-7.42%
4+477.379	7.379	9.10%	7.600	04° 14' 39"	8.750	-9.10%
4+480.000	2.621	9.10%	7.600	05° 04' 42"	8.750	-9.10%
4+490.000	10.000	9.10%	7.600	08° 15' 41"	8.750	-9.10%
4+500.000	10.000	9.10%	7.600	11° 26' 40"	8.750	-9.10%
4+510.000	10.000	9.10%	7.600	14° 37' 39"	8.750	-9.10%
4+520.000	10.000	9.10%	7.600	17° 48' 38"	8.750	-9.10%
4+530.000	10.000	9.10%	7.600	20° 59' 37"	8.750	-9.10%
4+538.116	8.116	9.10%	7.600	23° 34' 37"	8.750	-9.10%
4+540.000	1.884	8.67%	7.600	24° 10' 36"	8.696	-8.67%
4+550.000	10.000	0.06	7.600	27° 21' 36"	8.408	-6.40%
PT 4+551.449	1.449	0.06	7.600	27° 49' 16"	8.367	-6.07%
4+560.000	8.551	0.04	7.600		8.121	-4.12%
4+570.000	10.000	0.02	7.600		7.833	-2.00%
4+578.116	8.116		7.600		7.600	-2.00%

Fuente: Los Autores.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL IZQUIERDA # 21**

$\alpha =$	41° 8' 1"	PC =	4+464.050	X =	10.000
R =	151.780	PI =	4+521.000		
T =	56.950	PT =	4+573.015	P =	7.90%
L =	108.965			S =	0.730

ABSCISAS	DISTANCIA	PERALTE	VÍA	DEFLEXIONES	VÍA	PERALTE
4+437.383			7.600		7.600	
4+440.000	2.617	0.52%	7.648		7.600	0.52%
4+450.000	10.000	2.49%	7.830		7.600	2.49%
4+460.000	10.000	4.47%	8.013		7.600	4.47%
PC 4+464.050	4.050	5.27%	8.087	00° 00' 00"	7.600	5.27%
4+470.000	5.950	6.44%	8.195	01° 07' 23"	7.600	6.44%
4+477.383	7.383	7.90%	8.330	02° 30' 60"	7.600	7.90%
4+480.000	2.617	7.90%	8.330	03° 00' 38"	7.600	7.90%
4+490.000	10.000	7.90%	8.330	04° 53' 53"	7.600	7.90%
4+500.000	10.000	7.90%	8.330	06° 47' 08"	7.600	7.90%
4+510.000	10.000	7.90%	8.330	08° 40' 22"	7.600	7.90%
4+520.000	10.000	7.90%	8.330	10° 33' 37"	7.600	7.90%
4+530.000	10.000	7.90%	8.330	12° 26' 52"	7.600	7.90%
4+540.000	10.000	7.90%	8.330	14° 20' 07"	7.600	7.90%
4+550.000	10.000	7.90%	8.330	16° 13' 22"	7.600	7.90%
4+559.682	9.682	0.08	8.330	18° 03' 00"	7.600	7.90%
4+560.000	0.318	0.08	8.324	18° 06' 37"	7.600	7.84%
4+570.000	10.000	0.06	8.142	19° 59' 52"	7.600	5.86%
PT 4+573.015	3.015	0.05	8.087	20° 34' 00"	7.600	5.27%
4+580.000	6.985	0.04	7.959		7.600	3.89%
4+590.000	10.000	0.02	7.777		7.600	1.91%
4+599.682	9.682		7.600		7.600	

Fuente: Los Autores.





## ANEXO 5.1. Informes de Granulometrías de material de Minas.

### HORMIGONES Y AGREGADOS

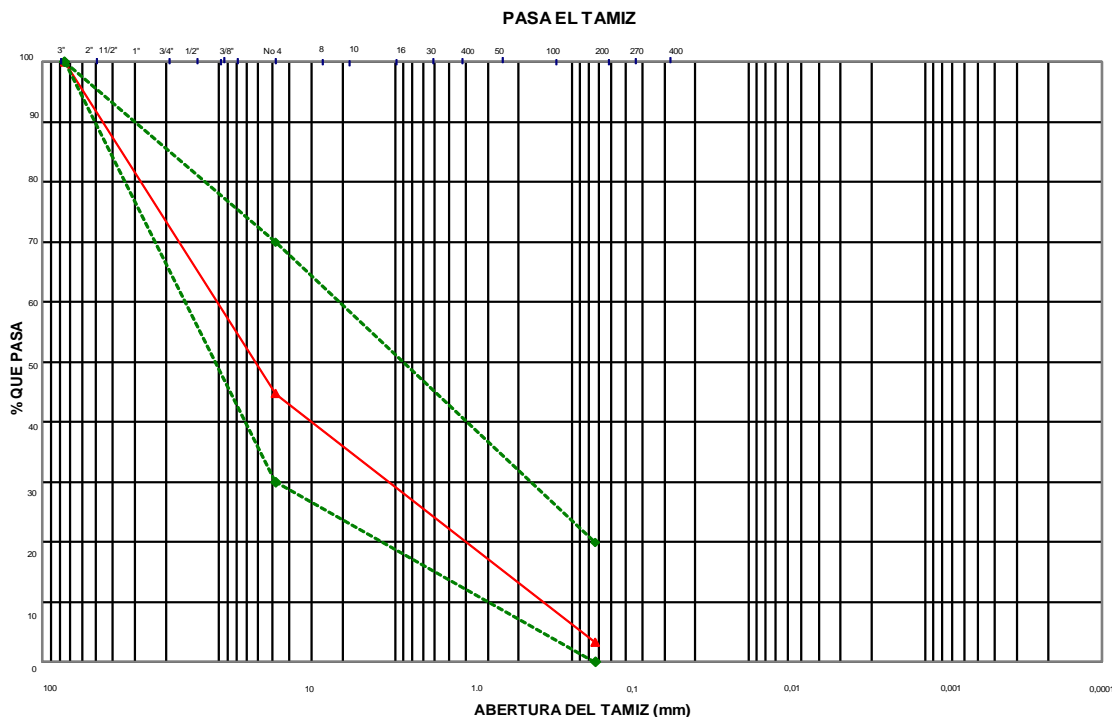
**PROYECTO:** Av. Escalón 1, 2 y 3      **NORMA:** ASTM C-136      **USO:** Sub base Clase III  
**CONTRATISTA:** U.P.S.      **SECTOR:** Quito  
**FISCALIZA:** Adm. Quitumbe      **YACIMIENTO:** Mina Pifo  
**FECHA:** Julio del 2010      **MUESTRA:** Tomada en obra

GRANULOMETRIA																				
TAMIZ No.	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	Pasa No 40	8	10	16	30	40	50	80	100	200	Pasa No 200
Peso Reten. Parcial gr																				
Peso Reten. Acumula. gr	0					2060			4400						347				464	
% Retenido	0					26			55						31				42	
% Que pasa	100					74			45						14				3	
% Especifici.	100								30-70										0-20	

**PESO TOTAL MUESTRA =** 7960 gr.  
 Peso total antes de lavado = 500 g  
 Peso total despues de lavado = 464 g  
 Peso perdido por lavado y tamizado = 36 g

DIAGRAMA GRANULOMETRICO

M.I.T. CLASIFICACION	Arena			Limo			Arcilla		
	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina



Especificación Tabla 403-1.1 MOP - 2002  
 Granulometría del Material Sub base Clase III

**OBSERVACIONES:** La granulometría del material entra en la faja especificada

**CLASIFICACION**  
**SUCS:** Grava bien graduada con arena (GW)  
**AASHTO:** Fragmentos de roca o grava con arenas y pocos finos A-1a(0)

Ing. Miguel Chávez J.  
 DIRECTOR DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

**HORMIGONES Y AGREGADOS**

**PROYECTO:** Av. Escalón 1, 2 y 3  
**CONTRATISTA:** U.P.S.  
**FISCALIZA:** Adm. Quitumbe  
**FECHA:** Julio de 2010

**NORMA:** ASTM C-136

**USO:** Base Clase III  
**SECTOR:** Quito  
**YACIMIENTO:** Mina Pifo  
**MUESTRA:** Tomada en la Mina

**GRANULOMETRIA**

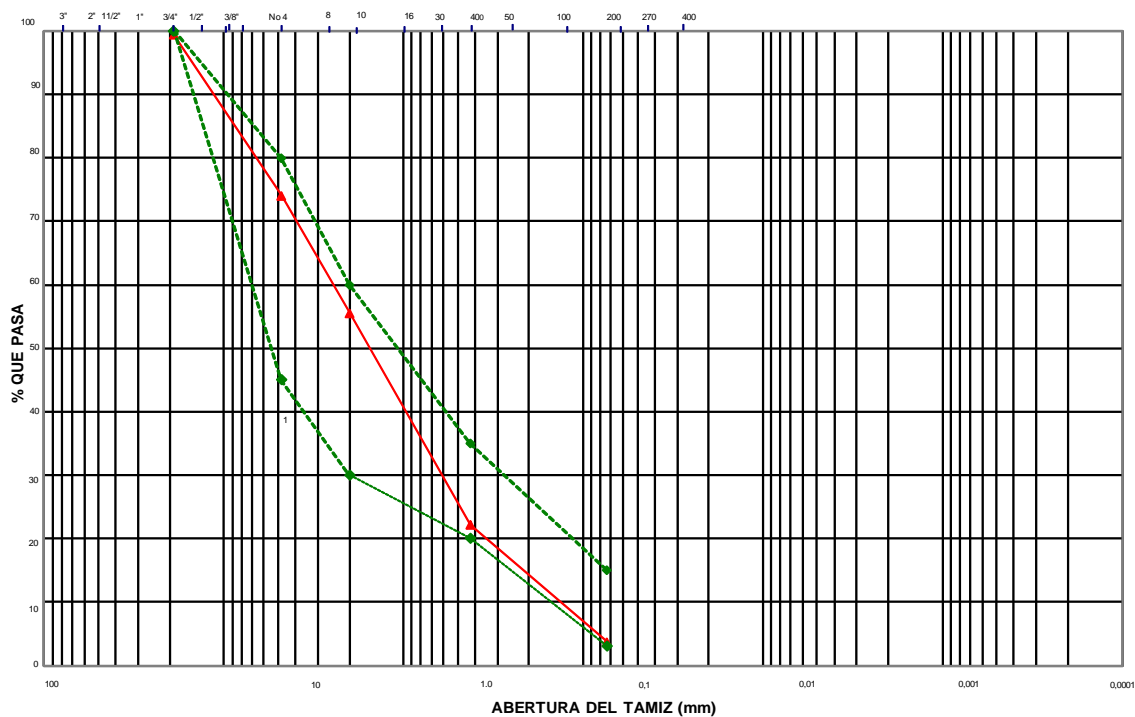
TAMIZ No.	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	Pasa No 4	8	10	16	30	40	50	80	100	200	Pasa No 200
Peso Reten. Parcial gr																				
Peso Reten. Acumula. gr				0	0	60			2600			250			700				950	
% Retenido				0	0	1			26			19			52				70	
% Que pasa				100	100	99			74			56			22				4	
% Especifl.						100			45-80			30-60			20-35				3-15	

PESO TOTAL MUESTRA = 10000 gr.

Peso total antes de lavado = 1000 g  
 Peso total despues de lavado = 950 g  
 Peso perdido por lavado y tamizado = 50 g

**DIAGRAMA GRANULOMETRICO**

M.I.T. CLASIFICACION	Arena			Limo			Arcilla		
	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina

**PASA EL TAMIZ**

— Especificación Tabla 404-1.3 MOP - 2002  
 ▲ Granulometría del Material Base Clase III

OBSERVACIONES: La curva del material entra en la faja especificada

**CLASIFICACION**  
**SUCS:** Grava bien graduada con limo y Arena (GW)  
**AASHTO:** Fragmentos de roca o grava con arenas y pocos finos A-1a(0)

Ing. Miguel Chávez J.  
 DIRECTOR DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

**HORMIGONES Y AGREGADOS**

**PROYECTO:** Av. Escalón 1, 2 y 3      **NORMA:** ASTM C-136      **USO:** Sub base Clase III  
**CONTRATISTA:** U.P.S.      **SECTOR:** Quito  
**FISCALIZA:** Adm. Quitumbe      **YACIMIENTO:** Mina Chasqui  
**FECHA:** Julio del 2010      **MUESTRA:** Tomada en la Mina

**GRANULOMETRIA**

TAMIZ No.	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	Pasa No 4	8	10	16	30	40	50	80	100	200	Pasa No 200
Peso Reten. Parcial gr																				
Peso Reten. Acumula. gr	0					1640			6260			111			256				447	
% Retenido	0					16			61			9			20				35	
% Que pasa	100					84			39			30			19				4	
% Especifici.	100								30-70										0-20	

PESO TOTAL MUESTRA = 10200 gr.

Peso total antes de lavado = 500 g  
 Peso total despues de lavado = 447 g  
 Peso perdido por lavado y tamizado = 53 g

## DIAGRAMA GRANULOMETRICO

M.I.T. CLASIFICACION	Arena			Limo			Arcilla		
	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina

**PASA EL TAMIZ**

Especificación Tabla 403-1,1 MOP - 2002  
 Granulometría del Material Sub base Clase III

OBSERVACIONES: La granulometría del material entra en la faja especificada

**CLASIFICACION**

SUCS: Grava bien graduada con arena (GW)

AASHTO: Fragmentos de roca o grava con arenas y pocos finos A-1a(0)

Ing. Miguel Chávez J.  
DIRECTOR DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

**HORMIGONES Y AGREGADOS**

**PROYECTO:** Av. Escalón 1, 2 y 3  
**CONTRATISTA:** U.P.S.  
**FISCALIZA:** Adm. Quitumbe  
**FECHA:** Julio de 2010

**NORMA:** ASTM C-136

**USO:** Base Clase III  
**SECTOR:** Quito  
**YACIMIENTO:** Mina Chasqui  
**MUESTRA:** Tomada en la Mina

**GRANULOMETRIA**

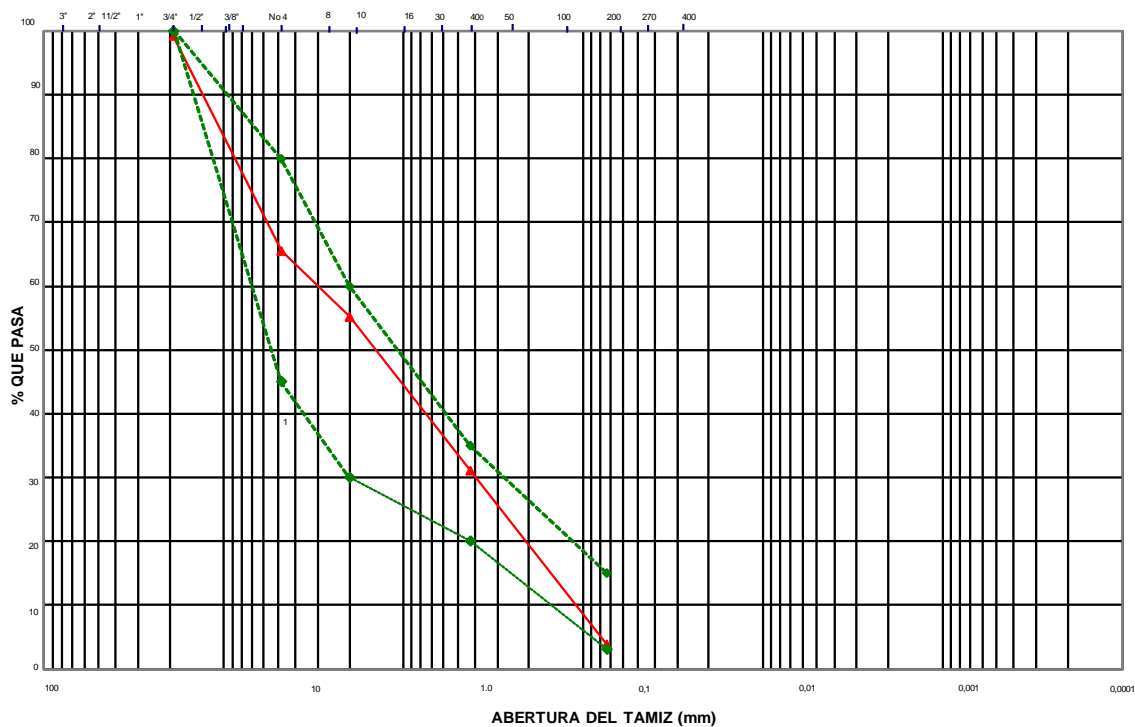
TAMIZ No.	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	Pasa No 200	8	10	16	30	40	50	80	100	200	Pasa No 200
Peso Reten. Parcial gr																				
Peso Reten. Acumula. gr				0	0	60			2480			158			526					942
% Retenido				0	0	1			35			10			34					62
% Que pasa				100	100	99			65			55			31					4
% Especifi.						100			45-80			30-60			20-35					3-15

PESO TOTAL MUESTRA = 7180 gr.

Peso total antes de lavado = 1000 g  
 Peso total despues de lavado = 942 g  
 Peso perdido por lavado y tamizado = 58 g

**DIAGRAMA GRANULOMETRICO**

M.I.T. CLASIFICACION	Arena			Limo			Arcilla		
	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina

**PASA EL TAMIZ**

—◆— Especificación Tabla 404-1,3 MOP - 2002  
 ▲▲ Granulometría del Material Base Clase III

OBSERVACIONES: La curva del material entra en la faja especificada

**CLASIFICACION**

**SUCS:** Grava bien graduada con limo y Arena (GW)  
**AASHTO:** Fragmentos de roca o grava con arenas y pocos finos A-1a(0)

Ing. Miguel Chávez J.  
 DIRECTOR DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

**HORMIGONES Y AGREGADOS**

**PROYECTO:** Av. Escalón 1, 2 y 3  
**CONTRATISTA:** U.P.S.  
**FISCALIZA:** Adm. Eloy Alfaro  
**FECHA:** Julio de 2010

**NORMA:** ASTM C-136

**USO:** Sub base Clase III  
**SECTOR:** Quito  
**YACIMIENTO:** Mina Pintag  
**MUESTRA:** Tomada en la Mina

**GRANULOMETRIA**

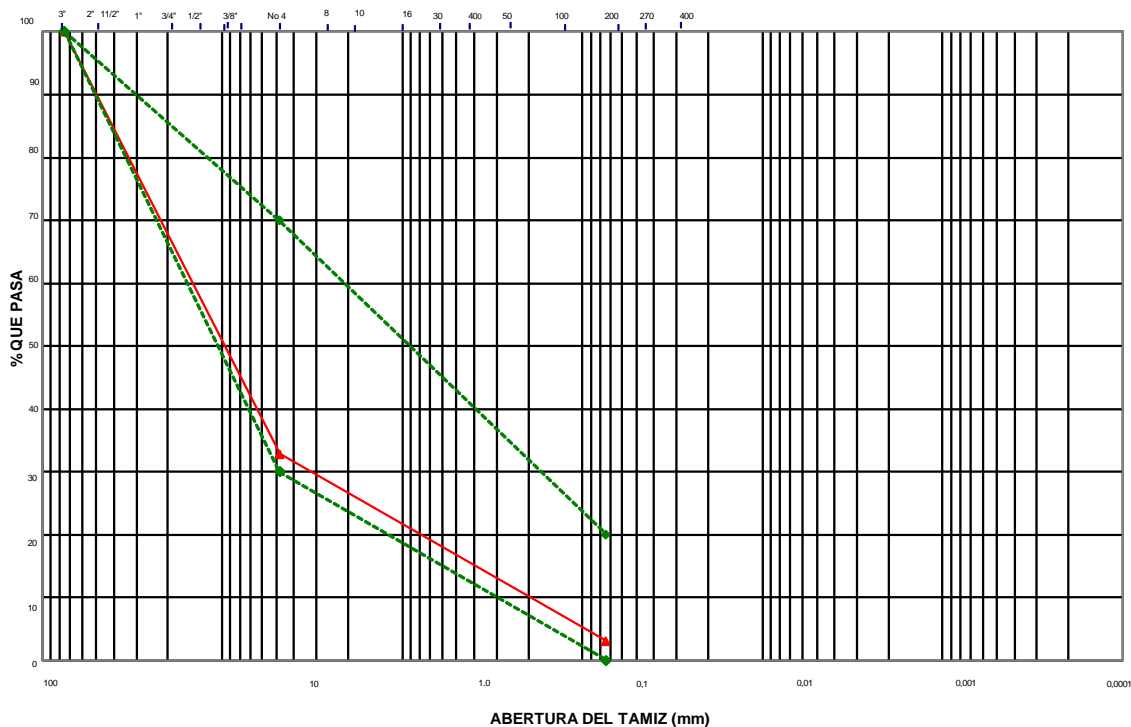
TAMIZ No.	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	Pasa No 4	8	10	16	30	40	50	80	100	200	Pasa No 200
Peso Reten. Parcial gr.																				
Peso Reten. Acumula. gr.	0					2660			6720			158			332				453	
% Retenido	0					27			67			10			22				30	
% Que pasa	100					73			33			22			11				3	
% Especifici.	100								30-70										0-20	

PESO TOTAL MUESTRA = 10000 gr.

Peso total antes de lavado = 500 g  
 Peso total despues de lavado = 453 g  
 Peso perdido por lavado y tamizado = 47 g

**DIAGRAMA GRANULOMETRICO**

M.I.T. CLASIFICACION	Arena			Limo			Arcilla		
	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina

**PASAEEL TAMIZ**

Especificación Tabla 403-1,1 MOP - 2002  
 Granulometría del Material Sub base Clase III

**OBSERVACIONES:** La granulometría del material entra en la faja especificada

**CLASIFICACION**

**SUCS:** Grava bien graduada con arena y finos (GW)  
**AASHTO:** Fragmentos de roca o grava con arenas y pocos finos A-1a(0)

Ing. Miguel Chávez J.  
 DIRECTOR DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

**HORMIGONES Y AGREGADOS**

**PROYECTO:** Av. Escalon 1, 2 y 3  
**CONTRATISTA:** U. P.S.  
**FISCALIZA:** Adm Eloy Alfaro  
**FECHA:** 10 De Diciembre del 2007

**NORMA:** ASTM C-136

**USO:** Base Clase III  
**SECTOR:** Quito  
**YACIMIENTO:** Pintag  
**MUESTRA:** Receptada en Laboratorio

**GRANULOMETRIA**

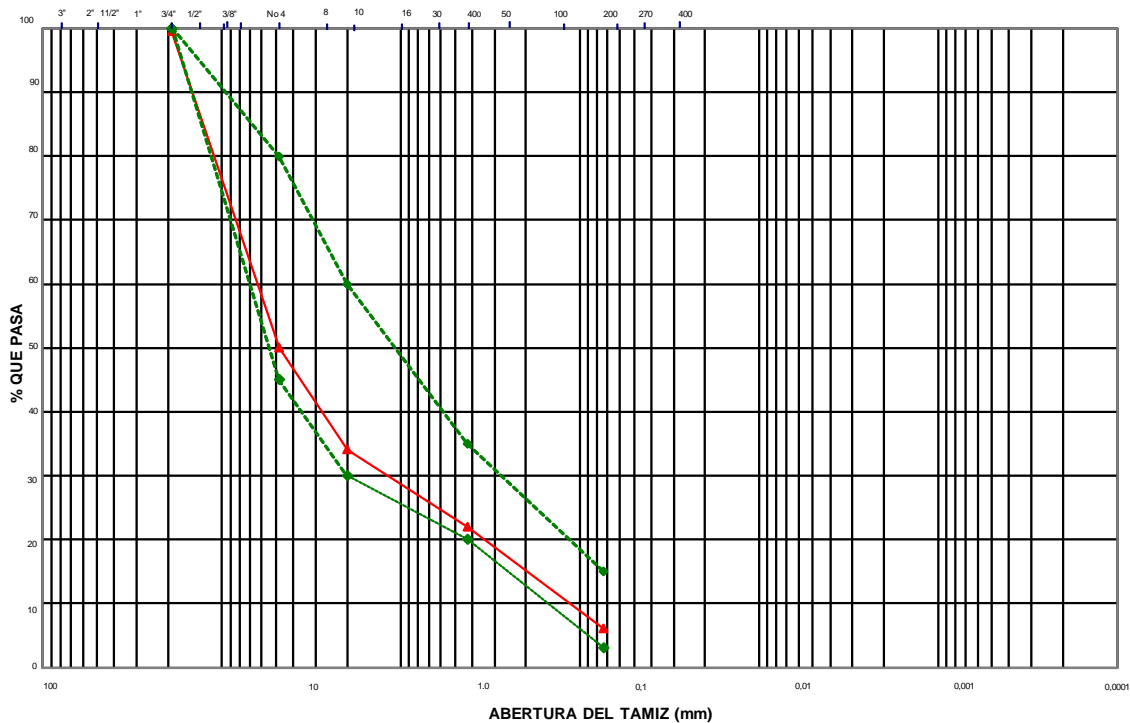
TAMIZ No.	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	Pasa No 4	8	10	16	30	40	50	80	100	200	Pasa No 200
Peso Reten. Parcial gr																				
Peso Reten. Acumula. gr				0	0	50			5000			159			280				439	
% Retenido				0	0	1			50			16			28				44	
% Que pasa				100	100	100			50			34			22				6	
% Especifi.						100			45-80			30-60			20-35				3-15	

PESO TOTAL MUESTRA = 10000 gr.

Peso total antes de lavado = 500 g  
Peso total despues de lavado = 439 g  
Peso perdido por lavado y tamizado = 61 g

**DIAGRAMA GRANULOMETRICO**

M.I.T. CLASIFICACION	Arena			Limo			Arcilla		
	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina

**PASA EL TAMIZ**

◆ Especificación Tabla 404-1,3 MOP - 2002  
▲ Granulometría del Material Base Clase III

OBSERVACIONES: La curva del material entra en la faja especificada de los gruesos, se debe eliminar tamaños mayores a 3/4"

Ing. Miguel Chávez J.  
DIRECTOR DE LABORATORIO

**CLASIFICACION**

**SUCS:** Grava pobremente graduada con limo y Arena (GW-GM)  
**AASHTO:** Fragmentos de roca o grava con arenas y pocos finos A-1a(0)

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.



## ANEXO 5.2. Informes de Ensayos de Abrasión de material de Minas.

**HORMIGONES Y AGREGADOS**

PROYECTO: Av. Escalón 1,2 y 3  
LOCALIZACION: Quito  
FECHA: 30/7/2010  
NORMA: INEN 861  
ESPECIFICACIONES MOP - 001-F-2002

CONTRATISTA: U.P.S  
FISCALIZA: Adm. Quitumbe  
ABSCISA: Stock  
YACIMIENTO: Mina Pifo

**ENSAYO DE ABRASION**

Tamaño Maximo del Agr. 50mm  
N° de Bolas 12,00

TIPO	MASA INICIAL g	MASA FINAL g	% ABRASION
A	5.000,00	3.720,00	25,60%
ESPECIFICADO:	50,00%		

OBSERVACIONES: El porcentaje de abrasión de la muestra es menor al porcentaje especificado, tanto para sub bases (Max 50%) y Bases (Max 40%)

**Subbase Clase III** Son subbases constituidas por agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la seccion 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los limites indicados para la granulometria Clase III, en la Tabla 403-1,1,

Ing. Miguel Chávez J.  
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.





## HORMIGONES Y AGREGADOS

PROYECTO: Av. Escalón 1,2 y 3  
LOCALIZACION: Quito  
FECHA: 30/7/2010  
NORMA: INEN 861  
ESPECIFICACIONES MOP - 001-F-2002

CONTRATISTA: U.P.S  
FISCALIZA: Adm. Quitumbe  
ABSCISA: Stock  
YACIMIENTO: Mina Chasqui

## ENSAYO DE ABRASION

Tamaño Maximo del Agr. 50mm  
N° de Bolas 12,00

TIPO	MASA INICIAL g	MASA FINAL g	% ABRASION
A	5.000,00	3.140,00	37,20%
ESPECIFICADO:	50,00%		

OBSERVACIONES: El porcentaje de abrasión de la muestra es menor al porcentaje especificado, tanto para sub bases (Max 50%) y Bases (Max 40%)

**Subbase Clase III** Son subbases constituidas por agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la seccion 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los limites indicados para la granulometria Clase III, en la Tabla 403-1,1,

Ing. Miguel Chávez J.  
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO



Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.





## HORMIGONES Y AGREGADOS

PROYECTO: Av. Escalón 1, 2 y 3

LOCALIZACION: Quito

FECHA: 29/7/2010

NORMA: INEN 861

ESPECIFICACIONES MOP - 001-F-2002

CONTRATISTA: U.P.S

FISCALIZA: Adm. Quitumbe

ABSCISA: Stock

YACIMIENTO: Mina Pintag

### ENSAYO DE ABRASION

Tamaño Maximo del Agr. 50 mm  
N° de Bolas 12,00

TIPO	MASA INICIAL g	MASA FINAL g	% ABRASION
A	5.000,00	3.300,00	34,00%
ESPECIFICADO:	Máx 50%		

OBSERVACIONES: El porcentaje de abrasión de la muestra es menor al porcentaje especificado tanto para sub bases (Max50%) y Bases (Max 40%)

**Subbase Clase III** Son subbases constituidas por agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase III, en la Tabla 403-1,1,

  
Ing. Miguel Chávez J.

ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.



## ANEXO 5.3. Informes de Ensayos de Compactación de material de Minas.

SUELOS			
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO			
OBRA:	Av. Escalón 1, 2 y 3	CONTRATISTA:	U.P.S
LOCALIZACION:	Quito	FISCALIZA:	Adm. Quitumbe
FECHA:	2010-07-30	ABSCISA:	STOCK (Pifo)
NORMA:	ASTM D 1557	MUESTRA N°	1,00
	MOP - 001-F-2002	USO:	Subbase Clase III

PROCEDIMIENTO:	C	DATOS DEL MOLDE	
GOLPES / CAPA:	56	DIAMETRO:	15,00 cm.
N° DE CAPAS:	5	VOLUMEN :	2120 cm³.
MASA DEL MARTILLO:	4,50	MASA:	6480,00 g.
ALT. DE CAIDA:	45,70		

	DATOS PARA LA CURVA			
PUNTO N°:	1	2	3	4
Masa compactada:	10800,00	11050,00	11110,00	11050,00
Masa suelo:	4320,00	4570,00	4630,00	4570,00
Densidad Húmeda :	2,038	2,156	2,184	2,156

	CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Masa húmeda:	125,23	135,12	170,64	158,98
Masa seca:	116,14	124,75	153,19	142,68
Masa capsula:	16,70	16,76	26,00	24,63
Humedad (%)	9,14	9,60	13,72	13,79
Promedio	9,37	11,19	13,76	15,58

	1	2	3	4
Densidad Seca:	1,863	1,939	1,920	1,865

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MAXIMA = 1,945 g/cm³  
CONTENIDO DE AGUA OPTIMO = 12,00 %

DENSIDAD SECA (g/cm³)

% DE HUMEDAD

Descripción del Material:

Ing. Miguel Chávez J.  
ADMINISTRADOR TECNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.

## SUELOS

### ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

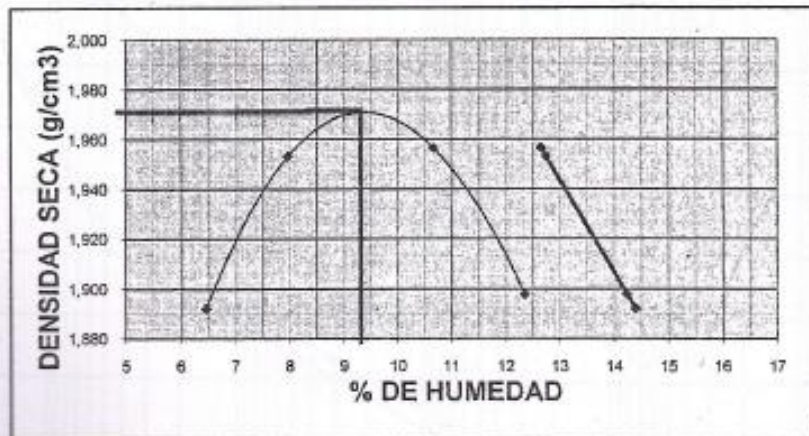
OBRA:	Av. Escalón 1, 2 y 3	CONTRATISTA:	U.P.S
LOCALIZACION:	Quito	FISCALIZA:	Adm. Quitumbe
FECHA:	2010-07-30	ABSCISA:	STOCK (Chasqui)
NORMA:	ASTM D 1557	MUESTRA N°:	1,00
	MOP - 001-F-2002	USO:	Sub Base Clase III

PROCEDIMIENTO:	C				
GOLPES / CAPA:	56				
N°. DE CAPAS:	5				
MASA DEL MARTILLO:	4,50	Kg.			
ALT. DE CAIDA:	45,70	cm.			
		DATOS DEL MOLDE			
		DIAMETRO:	15,00 cm.		
		VOLUMEN :	2120 cm <sup>3</sup> .		
		MASA:	6480,00 g.		
DATOS PARA LA CURVA					
PUNTO N°:	1	2	3	4	
Masa compactada:	10750,00	10950,00	11070,00	11000,00	
Masa suelo:	4270,00	4470,00	4590,00	4520,00	
Densidad Húmeda :	2,014	2,108	2,165	2,132	
CONTENIDOS DE HUMEDAD					
Masa húmeda:	110,87	113,57	119,65	134,90	121,25
Masa seca:	105,25	108,00	109,65	123,47	110,98
Masa capsula:	24,64	14,17	16,30	15,82	26,01
Humedad (%)	6,97	5,94	10,71	10,62	12,09
Promedio	6,45	7,96	10,67	12,35	
Densidad Seca:	1,892	1,953	1,956	1,898	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MAXIMA =  
CONTENIDO DE AGUA OPTIMO =

1,970 g/cm<sup>3</sup>  
9,40 %



Descripción del Material:



Ing. Miguel Chávez J.  
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO



Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.



**SUELOS****ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**

OBRA: Av. Escalon 1, 2 y 3  
LOCALIZACION: Quito  
FECHA: 2010-07-29  
NORMA: ASTM D 1557  
MOP - 001-F-2002

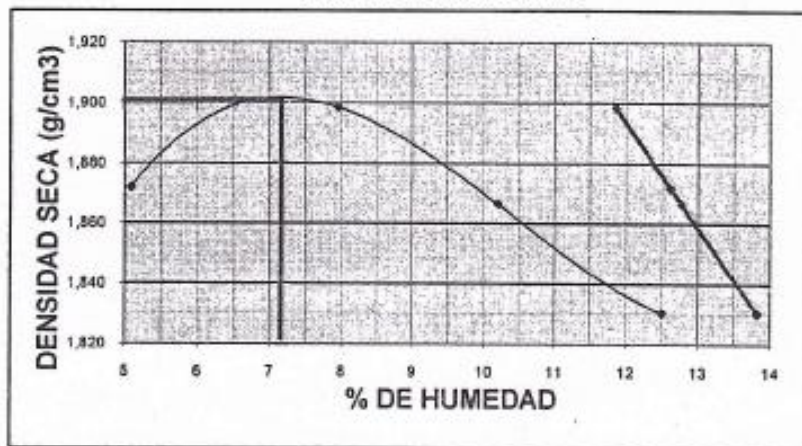
CONTRATISTA U.P.S  
FISCALIZA Adm. Quitumbe  
ABSCISA: STOCK (Mina Pintag)  
MUESTRA N° 1,00  
USO: Sub base Clase III

PROCEDIMIENTO:		C					DATOS DEL MOLDE				
GOLPES / CAPA:		56					DIAMETRO:		15,00 cm.		
N°. DE CAPAS:		5					VOLUMEN:		2120 cm <sup>3</sup> .		
MASA DEL MARTILLO:		4,50	Kg.					MASA:		6480,00 g.	
ALT. DE CAIDA:		45,70	cm.								
DATOS PARA LA CURVA											
PUNTO N°:	1		2		3		4				
Masa compactada:	10650,00		10825,00		10840,00		10845,00				
Masa suelo:	4770,00		4345,00		4360,00		4365,00				
Densidad Húmeda :	1,967		2,050		2,057		2,059				
CONTENIDOS DE HUMEDAD											
Masa húmeda:	120,36	135,24	140,96	148,75	124,56	127,54	140,36	126,89			
Masa seca:	115,42	129,47	131,70	139,14	114,25	117,64	126,47	115,63			
Masa capsula:	17,00	17,42	16,24	17,27	16,24	17,27	16,77	24,26			
Humedad (%)	5,02	5,15	8,02	7,89	10,52	9,86	12,66	12,32			
Promedio	5,08		7,95		10,19		12,49				
Densidad Seca:	1,872		1,899		1,866		1,830				

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MAXIMA = -  
CONTENIDO DE AGUA OPTIMO =

1,901 g/cm<sup>3</sup>  
7,20 %



Descripción del Material:

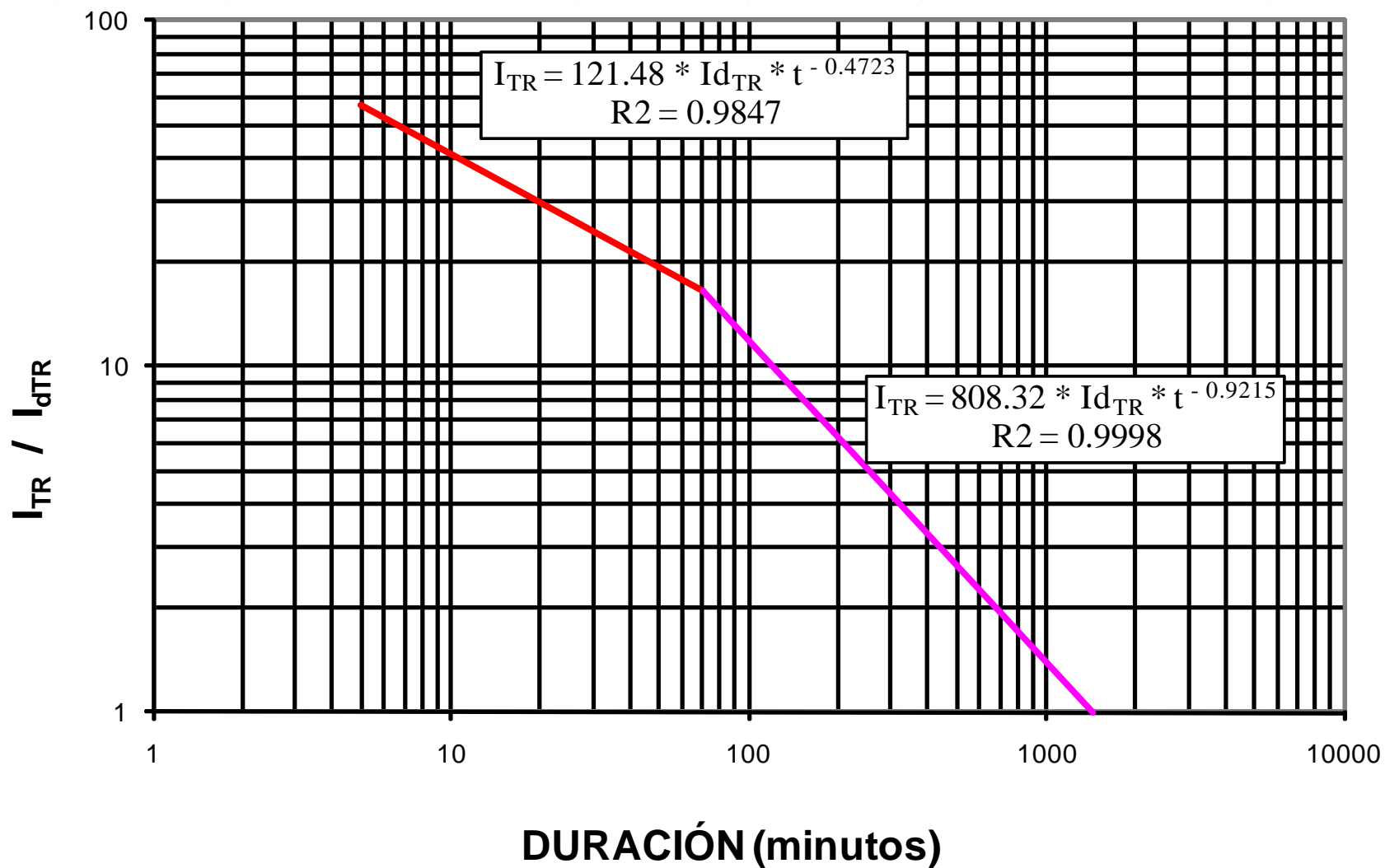
Ing. Miguel Chávez J.  
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO



Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Politécnica Salesiana, Estudio Geotécnico, 2010.



## ANEXO 6.1. Intensidades Máximas Estación Izobamba.



Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2000.

## ANEXO 6.2. Ecuaciones representativas de Estaciones Pluviográficas.

CÓDIGO	ESTACIÓN	DURACIÓN	ECUACIÓN
M-002	LA TOLA	5 min < 45 min	$I_{TR} = 79.908 * Id_{TR} * t^{-0.3142}$
		45 min < 1440 min	$I_{TR} = 755.57 * Id_{TR} * t^{-0.9093}$
M-003	IZOBAMBA	5 min < 70 min	$I_{TR} = 121.48 * Id_{TR} * t^{-0.4723}$
		70 min < 1440 min	$I_{TR} = 808.32 * Id_{TR} * t^{-0.9215}$
M-004	RUMIPAMBA	5 min < 40 min	$I_{TR} = 201.28 * Id_{TR} * t^{-0.4573}$
		40 min < 1440 min	$I_{TR} = 1415.80 * Id_{TR} * t^{-0.9947}$
M-005	PORTOVIEJO	5 min < 48 min	$I_{TR} = 54.079 * Id_{TR} * t^{-0.3989}$
		48 min < 1440 min	$I_{TR} = 180.58 * Id_{TR} * t^{-0.712}$
M-006	PICHILINGUE	5 min < 80 min	$I_{TR} = 43.464 * Id_{TR} * t^{-0.3161}$
		80 min < 1440 min	$I_{TR} = 373.48 * Id_{TR} * t^{-0.8059}$
M-007	Nvo. ROCAFUERTE	5 min < 85 min	$I_{TR} = 65.193 * Id_{TR} * t^{-0.3768}$
		85 min < 1440 min	$I_{TR} = 608.19 * Id_{TR} * t^{-0.879}$
M-008	EL PUYO	5 min < 85 min	$I_{TR} = 53.786 * Id_{TR} * t^{-0.3846}$
		85 min < 1440 min	$I_{TR} = 327.42 * Id_{TR} * t^{-0.792}$
M-021	ATUNTAQUI	5 min < 55 min	$I_{TR} = 125.37 * Id_{TR} * t^{-0.4831}$
		55 min < 1440 min	$I_{TR} = 606.39 * Id_{TR} * t^{-0.8789}$
M-022	TABACUNDO	5 min < 30 min	$I_{TR} = 123.70 * Id_{TR} * t^{-0.3926}$
		30 min < 1440 min	$I_{TR} = 673.78 * Id_{TR} * t^{-0.8968}$
M-023	OLMEDO	5 min < 30 min	$I_{TR} = 77.067 * Id_{TR} * t^{-0.4602}$
		30 min < 1440 min	$I_{TR} = 198.13 * Id_{TR} * t^{-0.7394}$
M-024	IÑAQUITO	5 min < 50 min	$I_{TR} = 124.28 * Id_{TR} * t^{-0.4496}$
		50 min < 1440 min	$I_{TR} = 783.90 * Id_{TR} * t^{-0.9183}$
M-025	LA CONCORDIA	5 min < 96 min	$I_{TR} = 52.564 * Id_{TR} * t^{-0.3135}$
		96 min < 1440 min	$I_{TR} = 786.65 * Id_{TR} * t^{-0.9117}$
M-026	PTO. ILA	5 min < 75 min	$I_{TR} = 35.753 * Id_{TR} * t^{-0.3035}$
		75 min < 1440 min	$I_{TR} = 278.96 * Id_{TR} * t^{-0.7757}$
M-027	STO. DOMINGO	5 min < 60 min	$I_{TR} = 40.338 * Id_{TR} * t^{-0.2739}$
		60 min < 1440 min	$I_{TR} = 376.42 * Id_{TR} * t^{-0.8114}$
M-029	BAÑOS	5 min < 23 min	$I_{TR} = 28.784 * Id_{TR} * t^{-0.4507}$
		23 min < 1440 min	$I_{TR} = 30.993 * Id_{TR} * t^{-0.472}$
M-030	SAN SIMÓN	5 min < 22 min	$I_{TR} = 76.005 * Id_{TR} * t^{-0.3035}$
		22 min < 1440 min	$I_{TR} = 395.83 * Id_{TR} * t^{-0.8359}$

Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2000.



## ANEXO 6.3. Intensidades Máximas en 24 horas.

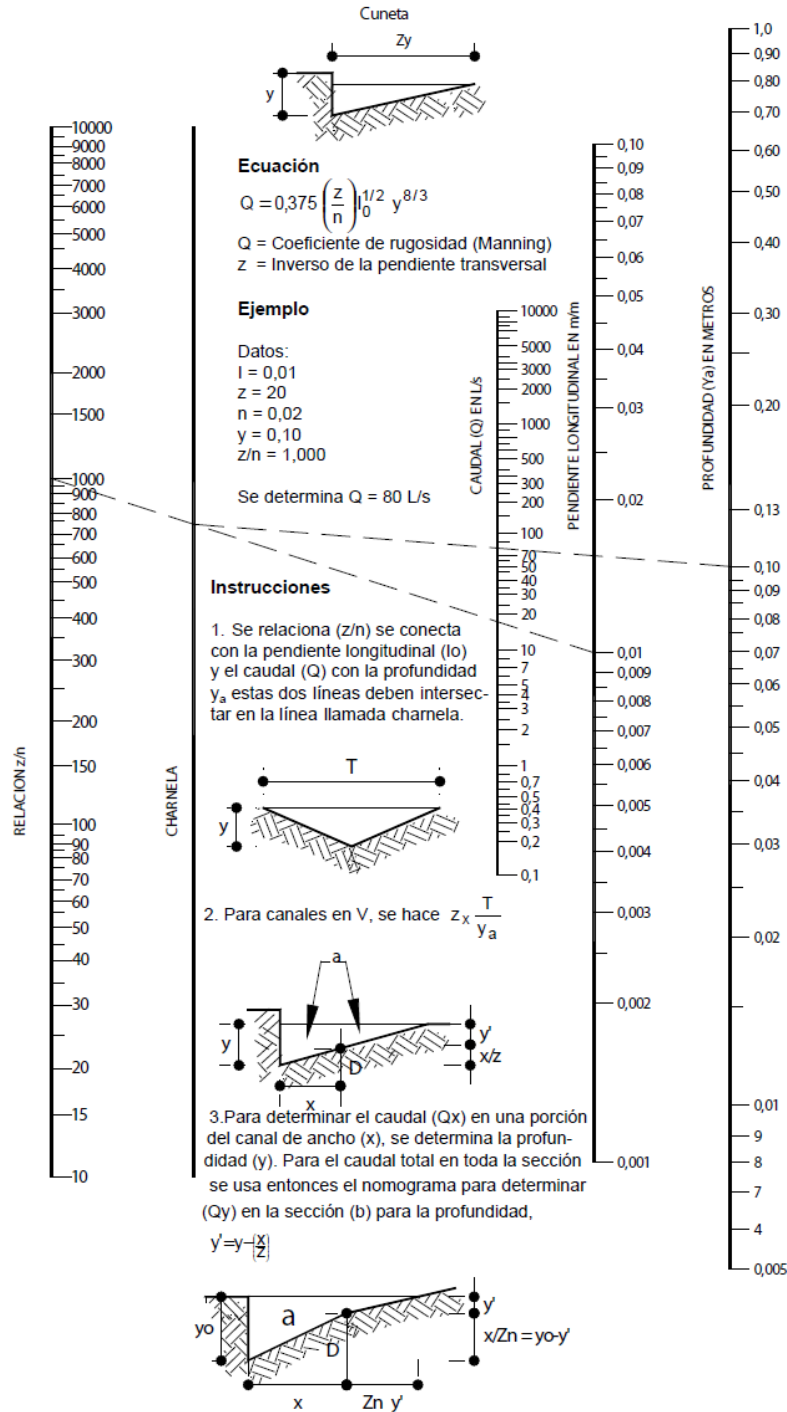
Determinadas con información Pluviográfica.

PERIODO: 1964 – 1998.

CÓDIGO	ESTACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (m)	Tr (años)				
		LATITUD	LONGITUD		5	10	25	50	100
M-002	La Tola	00° 13' 40" S	78° 22' 00" W	2480	2.30	2.60	3.00	3.20	3.50
M-003	Izobamba	00° 22' 00" S	78° 33' 00" W	3058	2.00	2.20	2.50	2.70	2.90
M-004	Rumipamba	01° 01' 05" S	78° 35' 32" W	2680	1.80	2.10	2.40	2.70	2.90
M-005	Portoviejo	01° 02' 26" S	80° 27' 54" W	46	2.94	3.53	4.28	4.84	5.40
M-006	Pichilingue	01° 06' 00" S	79° 27' 42" W	120	5.76	6.33	6.95	7.35	7.71
M-007	Nuevo Rocafuerte	00° 55' 00" S	75° 25' 00" W	265	4.50	4.80	5.30	5.60	5.90
M-008	Puyo	01° 30' 27" S	77° 56' 38" W	960	5.50	6.10	6.90	7.50	8.00
M-021	Atuntaqui	00° 19' 39" N	78° 13' 17" W	2200	1.90	2.20	2.50	2.80	3.00
M-022	Tabacundo	00° 03' 11" N	78° 14' 06" W	2955	1.70	1.80	1.90	2.00	2.00
M-023	Olmedo-Pichincha	00° 08' 53" N	78° 02' 52" W	3120	2.00	2.40	3.10	3.70	4.40
M-024	Quito-INAMHI	00° 10' 00" S	78° 29' 00" W	2789	2.20	2.40	2.60	2.70	2.90
M-025	La Concordia	00° 01' 36" N	79° 22' 17" W	379	6.14	6.56	7.00	7.29	7.55
M-026	Puerto Ila	00° 28' 34" S	79° 20' 20" W	319	6.19	7.06	8.16	8.97	9.78
M-027	Sto. Domingo Aer.	00° 14' 44" S	79° 12' 00" W	554	6.30	7.10	8.00	8.80	9.50
M-029	Baños	01° 23' 29" S	78° 25' 05" W	1695	2.50	3.00	3.70	4.30	5.00
M-030	San Simón	01° 38' 45" S	78° 59' 52" W	2530	1.80	2.00	2.40	2.60	2.90
M-031	Cañar	02° 33' 05" S	78° 56' 15" W	3083	1.10	1.20	1.40	1.50	1.60
M-032	Santa Isabel	03° 16' 28" S	79° 18' 46" W	1550	1.60	1.80	2.10	2.30	2.50
M-033	La Argelia-Loja	04° 02' 11" S	79° 12' 04" W	2160	2.30	2.50	2.70	2.90	3.00
M-036	Isabel María	01° 49' 41" S	79° 33' 49" W	4	6.30	7.50	9.00	10.10	11.10
M-037	Milagro	02° 06' 56" S	79° 35' 57" W	13	5.16	5.76	6.45	6.92	7.37
M-038	Manuel J. Calle	02° 22' 27" S	79° 22' 27" W	50	6.18	7.08	8.12	8.85	9.54
M-039	Bucay	02° 11' 44" S	79° 08' 00" W	480	5.76	6.48	7.39	8.07	8.75
M-040	Pasaje	03° 19' 47" S	79° 46' 55" W	40	3.59	4.09	4.66	5.06	5.43
M-051	Babahoyo	01° 47' 49" S	79° 32' 00" W	7	6.22	6.71	7.23	7.57	7.87
M-053	Ibarra	00° 20' 00" N	78° 06' 00" W	2214	1.60	1.70	2.00	2.10	2.30
M-056	Guayaquil Aer.	02° 12' 00" S	79° 53' 00" W	6	5.30	6.50	8.00	9.10	10.20
M-057	Riobamba Aer.	01° 38' 00" S	78° 40' 00" W	2796	1.20	1.30	1.50	1.60	1.80
M-058	Esmeraldas Aer.	00° 58' 45" N	79° 37' 28" W	7	4.18	4.89	5.72	6.31	6.87
M-059	Tulcán	00° 49' 00" N	77° 42' 00" W	2934	2.00	2.30	2.60	2.90	3.10
M-063	Pastaza	01° 30' 00" S	78° 04' 00" W	1038	5.40	5.70	6.10	6.30	6.50
M-064	Latacunga Aer.	00° 54' 48" S	78° 36' 56" W	2785	1.40	1.60	1.90	2.00	2.20
M-065	Macará Aer.	04° 22' 28" S	79° 56' 20" W	427	3.20	3.70	4.40	4.90	5.40

Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2000.

## ANEXO 6.4. Nomograma de Izzard para cálculo de cuentas o canales triangulares.



Fuente: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, Reglamento Técnico de Diseño de Cunetas y Sumideros, 2007.



## **ANEXO 7.1. Vista panorámica del tramo inicial del Proyecto**

**Abscisa 0+800.**



Fuente: Los Autores.

## **ANEXO 7.2. Vista panorámica del tramo final del Proyecto**

**Abscisa 3+950.**



Fuente: Los Autores.



## ANEXO 7.3. Fichas de Afectaciones a Predios por la implementación de la Avenida Escalón 3.

INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: SERRANO LOZADA GALO Número del predio: 404153 Clave Catastral: 3330906001 Cédula de Identidad: 1703395929	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Guamaní Barrio/Sector: CEDOC Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 PROLONGACION DE LA AV. MARISCAL SUCRE	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 29213.5 Frente: 550.5 Area Afectada m2: 3337.33 Valor cada m2: 28 Avaluo: 93445.24 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 93445.24 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 93445.24	
<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>11.42%</b></p> <p>* DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.</p>	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:

Ubicación del predio:



## INFORME FICHA DE AFECTACIÓN

### AFECTACION

#### DATOS

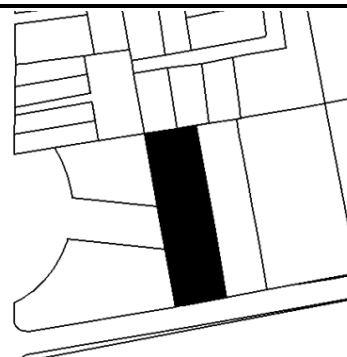
Nombre del propietario: VILLAGOMEZ JACOME JULIO  
Número del predio: 111716  
Clave Catastral: 3330701009  
Cédula de Identidad: 1700918236

#### UBICACIÓN

Parroquia: TURUBAMBA  
Barrio/Sector: S. JUAN TURUBAMBA  
Administración Zonal: QUITUMBE  
Calle: CALLE L



#### UBICACIÓN



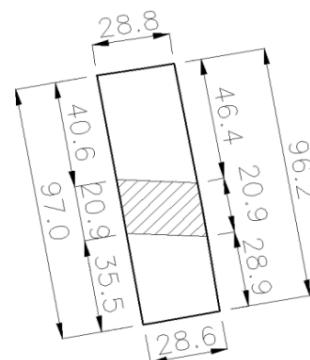
#### DATOS TÉCNICOS

Área de terreno m2: 2612.5  
Frente: 27.5  
Area Afectada m2: 605.72  
Valor cada m2: 28  
Avaluo: 16960.16  
Area de construcción m2:  
Valor cada m2:  
Avaluo: 0  
Detalle de construcción:

#### RESUMEN AVALUO

TERRENO: 16960.16  
CONSTRUCCION: 0  
TOTAL: 16960.16

#### PLANO DE EXPROPIACION



#### OBSERVACIONES

\* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: **23.19%**

\* DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.

#### SIMBOLOGIA:

Área afectada:



Ubicación del predio:





INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: ORTIZ SIMBANA LUIS Número del predio: 264172 Clave Catastral: 3330701019 Cédula de Identidad: 0101073617	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: TURUBAMBA Barrio/Sector: S. JUAN TURUBAMBA Administración Zonal: QUITUMBE Calle: CALLE L	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 2137.5 Frente: 22.5 Area Afectada m2: 467.2 Valor cada m2: 28 Avaluo: 13081.6 Area de construcción m2 Valor cada m2: 0 Avaluo: Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 13081.6 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 13081.6	
<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>21.86%</b></p> <p>* DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.</p>	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada: Ubicación del predio:



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: TRUJILLO TORRES VIVIANA Número del predio: 109358 Clave Catastral: 3330701008 Cédula de Identidad: 1716716343	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: S. JUAN TURUBAMBA Administración Zonal: QUITUMBE Calle: CALLE L	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 5000 Frente: 50 Área Afectada m2: 1048.86 Valor cada m2: 28 Avaluo: 29368.08 Área de construcción m Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 29368.08 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 29368.08	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>20.98%</b>  * DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:  Ubicación del predio: 

Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Informe de Regulación Metropolitana, 2011.





INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: TRUJILLO TORRES VIVIANA Número del predio: 30859 Clave Catastral: 3330701007 Cédula de Identidad: 1716716343	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: S.JUAN TURUBAMBA Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 <div style="text-align: center;">CALLE L</div>	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 5000 Frente: 50 Área Afectada m2: 994.34 Valor cada m2: 28 Avaluo: 27841.52 Área de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 27841.52 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 27841.52	
<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>19.89%</b></p> <p>* DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.</p>	
<b>SIMBOLOGIA:</b> Área afectada:  Ubicación del predio:	

Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Informe de Regulación Metropolitana, 2011.



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: ARAHONA GALARZA CESAR Número del predio: 232544 Clave Catastral: 3330701006 Cédula de Identidad: 1702421478	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: S. JUAN TURUBAMBA Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 <div style="text-align: center;">CALLE L</div>	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 5000 Frente: 49.5 Área Afectada m2: 833.07 Valor cada m2: 28 Avaluo: 23325.96 Área de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 23325.96 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 23325.96	
<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>16.66%</b></p> <p>* DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.</p>	
<b>SIMBOLOGIA:</b> Área afectada:  Ubicación del predio:	

Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Informe de Regulación Metropolitana, 2011.



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: PEREZ ZAPATA GLORIA Número del predio: 121230 Clave Catastral: 3330701005 Cédula de Identidad: 1800641316	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: S.JUAN TURUBAMBA Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 <div style="text-align: center;">CALLE L</div>	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 2558 Frente: 122 Area Afectada m2: 163.82 Valor cada m2: 28 Avaluó: 4586.96 Area de construcción m2 Valor cada m2: Avaluó: 0 Area de construcción m2 Valor cada m2: Avaluó: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 0 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 0	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: 0.00%	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:

Ubicación del predio:





INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: ETERNIT ECUATORIANO S A Número del predio: 153464 Clave Catastral: 3340702001 Cédula de Identidad: 990000964	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: S.JUAN TURUBAMBA Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 CALLE J, CALLE 5, CALLE W, CALLE 4.	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 108524 Frente: 1481.8 Area Afectada m2: 4523.07 Valor cada m2: 28 Avaluo: 126645.96 Area de construcción m Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construccion	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 126645.96 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 126645.96	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>4.17%</b>  * DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:  Ubicación del predio: 

Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Informe de Regulación Metropolitana, 2011.



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: CHICAIZA MAIGUA JORGE Número del predio: 106369 Clave Catastral: 3330703003 Cédula de Identidad: 1700823949	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: S.JUAN TURUBAMBA Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 CALLE 5, CALLE 6.	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 20000 Frente: 229.5 Area Afectada m2: 3007.27 Valor cada m2: 28 Avaluo: 84203.56 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 84203.56 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 84203.56	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>15.04%</b>  * DATOS DE EXTROIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:

Ubicación del predio:



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: INMOBILIARIA LARES S.A. Número del predio: 1221257 Clave Catastral: 3330501002 Cédula de Identidad: 1791841409001.00	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 CALLE X, VIA PASEO COMERCIAL.	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 7227 Frente: 242 Area Afectada m2: 1355.82 Valor cada m2: 28 Avaluo: 37962.96 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construccion:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 37962.96 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 37962.96	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>18.76%</b>  * DATOS DE EXTROIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**



Área afectada:

Ubicación del predio:



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: INMOBILIARIA LARES S.A. Número del predio: 1221258 Clave Catastral: 3330503001 Cédula de Identidad: 1791841409001.00	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 CALLE X, CALLE X-1, TRANSVERSAL 1	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 23246 Frente: 606 Area Afectada m2: 1411.5 Valor cada m2: 28 Avaluo: 39522 Area de construcción m Valor cada m2: 0 Avaluo: 0 Detalle de construccion	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 39522 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 39522	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: 6.07%  * DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	



**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:  Ubicación del predio: 



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: CUSHICONDOR QUINGA ALFRE Número del predio: 110243 Clave Catastral: 3340401001 Cédula de Identidad: 1704264173	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 AV. PADRE CAROLO, CALLE 12.	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 20000 Frente: 66 Area Afectada m2: 871.5 Valor cada m2: 28 Avaluo: 24402 Area de construcción m <sup>2</sup> : Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construccion:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 24402 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 24402	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>4.36%</b>  * DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**


Área afectada: 
 Ubicación del predio: 


Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Informe de Regulación Metropolitana, 2011.



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: GUACHAMIN SEGUNDO Número del predio: 111073 Clave Catastral: 3340401002 Cédula de Identidad: 1700926684	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE 17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 PROLONGACION AV. SIMON BOLIVAR, CALLE 12	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	
Área de terreno m2: 30000 Frente: 96 Área Afectada m2: 2414.6 Valor cada m2: 28 Avalúo: 67608.8 Área de construcción m2: Valor cada m2: Avalúo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 67608.8 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 67608.8	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>8.05%</b>  * DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**


Área afectada: 


Ubicación del predio: 



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: COOP D VIV BRETANA Número del predio: 223129 Clave Catastral: 3340401009 Cédula de Identidad: 1790744744	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE 17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 CALLE A, CALLE C, AV. PADRE CAROLO	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 13007.7 Frente: 186.2 Área Afectada m2: 1886.21 Valor cada m2: 28 Avaluo: 52813.88 Área de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 52813.88 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 52813.88	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>14.50%</b>  * DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada: 

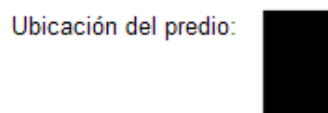
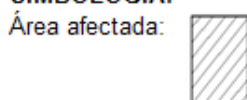
Ubicación del predio: 





INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: AVILES NAVAS GALO Número del predio: 223127 Clave Catastral: 3340401006 Cédula de Identidad: 1700554346	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 CALLE C, CALLE A, PROLONGACION DE LA AV. S.B.	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 12062.3 Frente: 185 Area Afectada m2: 1888.9 Valor cada m2: 28 Avaluo: 52889.2 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construccion:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 52889.2 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 52889.2	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>15.66%</b>  * DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**







INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: REYES LEON GERMAN Número del predio: 111041 Clave Catastral: 3340401004 Cédula de Identidad: 1704482809	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: AV. ESCALÓN 3 AV. PADRE CAROLO, CALLE 12.	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 20000 Frente: 61.2 Area Afectada m2: 2487.1 Valor cada m2: 28 Avaluo: 69638.8 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 69638.8 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 69638.8	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>12.44%</b>  * DATOS DE EXTROIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:

Ubicación del predio:



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: CUSHICONDOR ALFREDO Número del predio: 122175 Clave Catastral: 3340402005 Cédula de Identidad: 1704264173	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE 17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: CALLE 12	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 10000 Frente: 75 Area Afectada m2: 290.3 Valor cada m2: 28 Avaluo: 8128.4 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 8128.4 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 8128.4	
<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>2.90%</b></p> <p>* DATOS DE EXTROIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.</p>	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:

Ubicación del predio:



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: PAZMINO T. RICARDO Número del predio: 111773 Clave Catastral: 3350403008 Cédula de Identidad: 1706665039	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: CALLE 12	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 10000 Frente: 75.5 Area Afectada m2: 1933.1 Valor cada m2: 28 Avaluo: 54126.8 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construccion:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 54126.8 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 54126.8	
<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: 19.33%</p> <p>* DATOS DE EXTROIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.</p>	

**SIMBOLOGIA:**


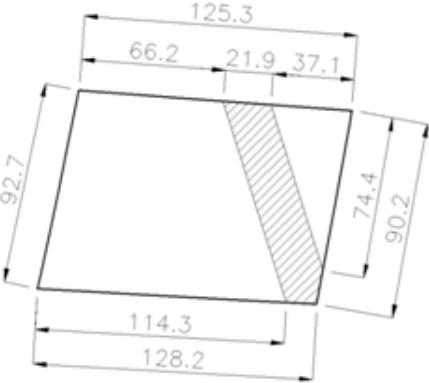
Área afectada:



Ubicación del predio:



## INFORME FICHA DE AFECTACIÓN

<b>AFECTACION</b>		
<b>DATOS</b>		<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario:	TERAN ORBEA JOSE	
Número del predio:	121084	
Clave Catastral:	3350403007	
Cédula de Identidad:	1704763661	
<b>UBICACIÓN</b>		
Parroquia:	Turubamba	
Barrio/Sector:	SIN NOMBRE17	
Administración Zonal:	QUITUMBE	
Calle:	AV. ESCALÓN 3 CALLE 12	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>		<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2:	12000	
Frente:	91	
Area Afectada m2:	1908	
Valor cada m2:	28	
Avaluo:	53424	
Area de construcción m2:		
Valor cada m2:	0	
Avaluo:		
Detalle de construccion:		
<b>RESUMEN AVALUO</b>		
TERRENO:	53424	
CONSTRUCCION:	0	
TOTAL:	53424	
<b>OBSERVACIONES</b>		
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>15.90%</b>		
* DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.		

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:



Ubicación del predio:



Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Informe de Regulación Metropolitana, 2011.



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: TACO CHISAGUANO MARIA Número del predio: 1268135 Clave Catastral: 3350403027 Cédula de Identidad: O502643034	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: CALLE S/N (LINDERO NORTE)	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 278.83 Frente: 10.1 Area Afectada m2: 134.791 Valor cada m2: 28 Avaluo: 3774.148 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construccion:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 3774.148 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 3774.148	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>48.34%</b>  * DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:

Ubicación del predio:



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: JANETA LUIS Número del predio: 1268136 Clave Catastral: 3350403028 Cédula de Identidad: 1704377355	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle:	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 231.43 Frente: 12.9 Area Afectada m2: 204.8 Valor cada m2: 28 Avaluo: 5734.4 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construccion:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 5734.4 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 5734.4	
<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>88.49%</b></p> <p>* DATOS DE EXTROIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.</p>	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:

Ubicación del predio:



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: COOP VIV TRABAJADORES Número del predio: DE OBRAS PUBLICAS 118850 Clave Catastral: 3350403002 Cédula de Identidad: 1100000000	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: Administración Zonal: QUITUMBE Calle:	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 14400 Frente: 264.6 Área Afectada m2: 1818.5 Valor cada m2: 28 Avaluo: 50918 Área de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 50918 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 50918	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: 12.63%  * DATOS DE EXTROIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:

Ubicación del predio:

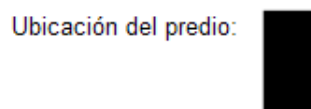
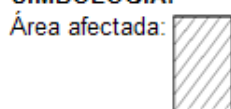
Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Informe de Regulación Metropolitana, 2011.





INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: LEON QUISHPE JORGE Número del predio: 113474 Clave Catastral: 3350401005 Cédula de Identidad: 500041645	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE 17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle:	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 10000 Frente: 53.4 Area Afectada m2: 2465 Valor cada m2: 28 Avaluo: 69020 Area de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 69020 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 69020	
<b>OBSERVACIONES</b>	
* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>24.65%</b>  * DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.	

**SIMBOLOGIA:**







INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: JIMENEZ HARO NELSON Número del predio: 113095 Clave Catastral: 3350401006 Cédula de Identidad: 500040753	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: SIN NOMBRE 17 Administración Zonal: QUITUMBE Calle: CALLE S/N (LINDERO SUR) CALLE DE PARCELACION	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 10000 Frente: 104 Área Afectada m2: 2007.5 Valor cada m2: 28 Avaluo: 56210 Área de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 56210 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 56210	
<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: <b>20.08%</b></p> <p>* DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.</p>	
<b>SIMBOLOGIA:</b> Área afectada:  Ubicación del predio:	



INFORME FICHA DE AFECTACIÓN	
<b>AFECTACION</b>	
<b>DATOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Nombre del propietario: MUNICIPIO DE QUITO Número del predio: 5604428 Clave Catastral: 3350302001 Cédula de Identidad:	
<b>UBICACIÓN</b>	
Parroquia: Turubamba Barrio/Sector: PROTEC. TURUBAMBA Administración Zonal: QUITUMBE Calle: ACCESO ORIENTAL CALLE S/N	
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>PLANO DE EXPROPIACION</b>
Área de terreno m2: 240100 Frente: 999 Área Afectada m2: 9064.4 Valor cada m2: 28 Avaluo: 253803.2 Área de construcción m2: Valor cada m2: Avaluo: 0 Detalle de construcción:	
<b>RESUMEN AVALUO</b>	
TERRENO: 253803.2 CONSTRUCCION: 0 TOTAL: 253803.2	
<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>* PREDIO SE ENCUENTRA AFECTADO POR EL PROYECTO AV. ESCALÓN 3 EN UN: 3.78%</p> <p>* DATOS DE EXTROPIACION SERAN REVISADOS Y COTEJADOS POR LAS ENTIDADES EJECUTORAS.</p>	

**SIMBOLOGIA:**

Área afectada:

Ubicación del predio:

Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Informe de Regulación Metropolitana, 2011.



## ANEXO 9.1. Vehicle Operating Costs Model, Chevrolet Aveo, Situación Sin Proyecto.

### Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	0
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Medium car.	
Tare weight.	kg	1125
Load carried.	kg	410
Maximum used driving power.	Metric HP	103.00
Maximum used braking power.	Metric HP	30.90
Surface type-specific desired speed.	km/h	25.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.50
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	2.50
Calibrated engine speed.	RPM	3600
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.16

Number of tires per vehicle.	#	4.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	0.00
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	0.00
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.00
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	0.00

Average annual utilization.	km	10000
Average annual utilization.	hours	390
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.60
Average service life of vehicle.	Years	15
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	0
Average life kilometrage of vehicle.	km	400000
Number of passengers per vehicle.	#	4.00

New vehicle price.	\$	13294.64
Fuel cost.	\$/Liter	0.47
Lubricants cost.	\$/Liter	7.79
New Tire cost.	\$/Tire	65.46
Crew time cost.	\$/Hour	1.65
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	2.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

## Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Unpaved	
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Medium car.	

## Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	670.06
Lubricants consumption.	Liters	4.27
Tire wear.	# of equivalent new tires	0.16
Crew time.	Hours	41.11
Passenger time.	Hours	164.44
Cargo holding.	Hours	41.11
Maintenance labor.	Hours	9.77
Maintenance parts.	% of new vehicle price	2.29
Depreciation.	% of new vehicle price	0.68
Interest.	% of new vehicle price	0.82
- VEHICLE SPEED :	km/h	24.32

## VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	314.93	33.19
Lubricants.	33.23	3.50
Tires.	10.16	1.07
Crew time.	67.83	7.15
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	19.55	2.06
Maintenance parts.	304.36	32.07
Depreciation.	89.89	9.47
Interest.	108.99	11.49
<b>TOTAL.</b>	<b>948.93</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.



## ANEXO 9.2. Vehicle Operating Costs Model, Chevrolet Aveo, Situación Con Proyecto.

### Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	1
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Medium car.	
Tare weight.	kg	1125
Load carried.	kg	410
Maximum used driving power.	Metric HP	103.00
Maximum used braking power.	Metric HP	30.90
Surface type-specific desired speed.	km/h	50.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.50
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	2.50
Calibrated engine speed.	RPM	3600
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.16

Number of tires per vehicle.	#	4.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	0.00
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	0.00
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.00
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	0.00

Average annual utilization.	km	20000
Average annual utilization.	hours	780
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.60
Average service life of vehicle.	Years	15
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	0
Average life kilometrage of vehicle.	km	400000
Number of passengers per vehicle.	#	4.00

New vehicle price.	\$	13294.64
Fuel cost.	\$/Liter	0.47
Lubricants cost.	\$/Liter	7.79
New Tire cost.	\$/Tire	65.46
Crew time cost.	\$/Hour	1.65
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	2.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

## Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Paved	
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Medium car.	

## Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	367.27
Lubricants consumption.	Liters	2.00
Tire wear.	# of equivalent new tires	0.07
Crew time.	Hours	20.10
Passenger time.	Hours	80.38
Cargo holding.	Hours	20.10
Maintenance labor.	Hours	3.18
Maintenance parts.	% of new vehicle price	0.29
Depreciation.	% of new vehicle price	0.28
Interest.	% of new vehicle price	0.28
- VEHICLE SPEED :	km/h	49.76

## VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	172.62	49.86
Lubricants.	15.60	4.51
Tires.	4.38	1.27
Crew time.	33.16	9.58
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	6.37	1.84
Maintenance parts.	39.17	11.31
Depreciation.	37.48	10.83
Interest.	37.43	10.81
<b>TOTAL.</b>	<b>346.20</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.



## ANEXO 9.3. Vehicle Operating Costs Model, Chevrolet Luv D-max, Situación Sin Proyecto.

Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	0
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Utility or Pick-up.	
Tare weight.	kg	1535
Load carried.	kg	1230
Maximum used driving power.	Metric HP	124.00
Maximum used braking power.	Metric HP	93.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	25.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.46
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	2.70
Calibrated engine speed.	RPM	3600
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.16

Number of tires per vehicle.	#	4.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	0.00
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	0.00
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.00
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	0.00

Average annual utilization.	km	10000
Average annual utilization.	hours	390
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.80
Average service life of vehicle.	Years	15
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	0
Average life kilometrage of vehicle.	km	400000
Number of passengers per vehicle.	#	4.00

New vehicle price.	\$	19455.36
Fuel cost.	\$/Liter	0.47
Lubricants cost.	\$/Liter	7.79
New Tire cost.	\$/Tire	156.71
Crew time cost.	\$/Hour	1.65
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	2.50
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

### Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Unpaved	
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Utility or Pick-up.	

### Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	488.74
Lubricants consumption.	Liters	4.27
Tire wear.	# of equivalent new tires	0.16
Crew time.	Hours	42.10
Passenger time.	Hours	168.38
Cargo holding.	Hours	42.10
Maintenance labor.	Hours	9.77
Maintenance parts.	% of new vehicle price	2.29
Depreciation.	% of new vehicle price	0.69
Interest.	% of new vehicle price	0.84
- VEHICLE SPEED :	km/h	23.76

### VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	229.71	20.41
Lubricants.	33.23	2.95
Tires.	24.32	2.16
Crew time.	69.46	6.17
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	24.43	2.17
Maintenance parts.	445.40	39.58
Depreciation.	134.38	11.94
Interest.	164.29	14.60
<b>TOTAL.</b>	<b>1125.21</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.





## ANEXO 9.4. Vehicle Operating Costs Model, Chevrolet Luv D-max, Situación Con Proyecto.

Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	1
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Utility or Pick-up.	
Tare weight.	kg	1535
Load carried.	kg	1230
Maximum used driving power.	Metric HP	124.00
Maximum used braking power.	Metric HP	93.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	50.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.46
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	2.70
Calibrated engine speed.	RPM	3600
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.16

Number of tires per vehicle.	#	4.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	0.00
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	0.00
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.00
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	0.00

Average annual utilization.	km	20000
Average annual utilization.	hours	780
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.80
Average service life of vehicle.	Years	15
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	0
Average life kilometrage of vehicle.	km	400000
Number of passengers per vehicle.	#	4.00

New vehicle price.	\$	19455.36
Fuel cost.	\$/Liter	0.47
Lubricants cost.	\$/Liter	7.79
New Tire cost.	\$/Tire	156.71
Crew time cost.	\$/Hour	1.65
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	2.50
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

### Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Paved	
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Utility or Pick-up.	

### Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	317.32
Lubricants consumption.	Liters	2.00
Tire wear.	# of equivalent new tires	0.07
Crew time.	Hours	20.32
Passenger time.	Hours	81.29
Cargo holding.	Hours	20.32
Maintenance labor.	Hours	3.18
Maintenance parts.	% of new vehicle price	0.29
Depreciation.	% of new vehicle price	0.24
Interest.	% of new vehicle price	0.24
- VEHICLE SPEED :	km/h	49.21

### VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	149.14	40.39
Lubricants.	15.60	4.22
Tires.	10.50	2.84
Crew time.	33.53	9.08
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	7.96	2.16
Maintenance parts.	57.31	15.52
Depreciation.	47.60	12.89
Interest.	47.65	12.90
<b>TOTAL.</b>	<b>369.29</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.



## ANEXO 9.5. Vehicle Operating Costs Model, Hino FG Bus, Situación Sin Proyecto.

### Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	0
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Bus	
Tare weight.	kg	6500
Load carried.	kg	8000
Maximum used driving power.	Metric HP	260.00
Maximum used braking power.	Metric HP	416.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	20.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.65
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	6.30
Calibrated engine speed.	RPM	1500
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.15

Number of tires per vehicle.	#	6.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	6.85
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	2.39
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.16
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	12.78

Average annual utilization.	km	50000
Average annual utilization.	hours	2050
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.75
Average service life of vehicle.	Years	15
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	1
Average life kilometrage of vehicle.	km	800000
Number of passengers per vehicle.	#	45.00

New vehicle price.	\$	95285.71
Fuel cost.	\$/Liter	0.25
Lubricants cost.	\$/Liter	7.41
New Tire cost.	\$/Tire	394.24
Crew time cost.	\$/Hour	4.50
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	4.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

### Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Unpaved	
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Bus	

### Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	830.85
Lubricants consumption.	Liters	5.79
Tire wear.	# of equivalent new tires	1.44
Crew time.	Hours	51.26
Passenger time.	Hours	2306.91
Cargo holding.	Hours	51.26
Maintenance labor.	Hours	51.44
Maintenance parts.	% of new vehicle price	0.29
Depreciation.	% of new vehicle price	0.16
Interest.	% of new vehicle price	0.19
- VEHICLE SPEED :	km/h	19.51

### VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	207.71	11.19
Lubricants.	42.87	2.31
Tires.	566.38	30.51
Crew time.	230.69	12.43
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	205.75	11.08
Maintenance parts.	272.36	14.67
Depreciation.	150.90	8.13
Interest.	179.73	9.68
<b>TOTAL.</b>	<b>1856.39</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.



## ANEXO 9.6. Vehicle Operating Costs Model, Hino FG Bus, Situación Con Proyecto.

Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	1
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Bus	
Tare weight.	kg	6500
Load carried.	kg	8000
Maximum used driving power.	Metric HP	260.00
Maximum used braking power.	Metric HP	416.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	40.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.65
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	6.30
Calibrated engine speed.	RPM	1500
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.15

Number of tires per vehicle.	#	6.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	6.85
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	2.39
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.16
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	12.78

Average annual utilization.	km	100000
Average annual utilization.	hours	4100
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.75
Average service life of vehicle.	Years	15
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	1
Average life kilometrage of vehicle.	km	800000
Number of passengers per vehicle.	#	45.00

New vehicle price.	\$	95285.71
Fuel cost.	\$/Liter	0.25
Lubricants cost.	\$/Liter	7.41
New Tire cost.	\$/Tire	394.24
Crew time cost.	\$/Hour	4.50
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	4.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

### Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Paved	
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Bus	

### Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	723.53
Lubricants consumption.	Liters	3.52
Tire wear.	# of equivalent new tires	0.76
Crew time.	Hours	26.27
Passenger time.	Hours	1182.05
Cargo holding.	Hours	26.27
Maintenance labor.	Hours	12.36
Maintenance parts.	% of new vehicle price	0.14
Depreciation.	% of new vehicle price	0.05
Interest.	% of new vehicle price	0.06
- VEHICLE SPEED :	km/h	38.07

### VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	180.88	19.83
Lubricants.	26.10	2.86
Tires.	298.33	32.70
Crew time.	118.20	12.96
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	49.45	5.42
Maintenance parts.	137.56	15.08
Depreciation.	46.40	5.09
Interest.	55.27	6.06
<b>TOTAL.</b>	<b>912.20</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.



## ANEXO 9.7. Vehicle Operating Costs Model, Hino GH (2D), Situación Sin Proyecto.

### Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	0
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Medium Truck	
Tare weight.	kg	4755
Load carried.	kg	10340
Maximum used driving power.	Metric HP	260.00
Maximum used braking power.	Metric HP	625.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	25.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.85
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	5.89
Calibrated engine speed.	RPM	1500
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.15

Number of tires per vehicle.	#	6.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	7.60
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	2.39
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.16
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	12.78

Average annual utilization.	km	40000
Average annual utilization.	hours	1350
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.85
Average service life of vehicle.	Years	32
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	1
Average life kilometrage of vehicle.	km	800000
Number of passengers per vehicle.	#	1.00

New vehicle price.	\$	81600.00
Fuel cost.	\$/Liter	0.25
Lubricants cost.	\$/Liter	7.41
New Tire cost.	\$/Tire	692.55
Crew time cost.	\$/Hour	6.25
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	6.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

### Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Unpaved	
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Medium Truck	

### Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	1066.62
Lubricants consumption.	Liters	5.79
Tire wear.	# of equivalent new tires	1.35
Crew time.	Hours	45.93
Passenger time.	Hours	45.93
Cargo holding.	Hours	45.93
Maintenance labor.	Hours	26.24
Maintenance parts.	% of new vehicle price	1.38
Depreciation.	% of new vehicle price	0.10
Interest.	% of new vehicle price	0.26
- VEHICLE SPEED :	km/h	21.77

### VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	266.65	8.57
Lubricants.	42.87	1.38
Tires.	934.45	30.03
Crew time.	287.03	9.22
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	157.43	5.06
Maintenance parts.	1128.46	36.26
Depreciation.	83.30	2.68
Interest.	211.64	6.80
<b>TOTAL.</b>	<b>3111.84</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.





## ANEXO 9.8. Vehicle Operating Costs Model, Hino GH (2D), Situación Con Proyecto.

### Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	1
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Medium Truck	
Tare weight.	kg	4755
Load carried.	kg	10340
Maximum used driving power.	Metric HP	260.00
Maximum used braking power.	Metric HP	625.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	50.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.85
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	5.89
Calibrated engine speed.	RPM	1500
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.15

Number of tires per vehicle.	#	6.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	7.60
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	2.39
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.16
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	12.78

Average annual utilization.	km	80000
Average annual utilization.	hours	2700
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.85
Average service life of vehicle.	Years	32
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	1
Average life kilometrage of vehicle.	km	800000
Number of passengers per vehicle.	#	1.00

New vehicle price.	\$	81600.00
Fuel cost.	\$/Liter	0.25
Lubricants cost.	\$/Liter	7.41
New Tire cost.	\$/Tire	692.55
Crew time cost.	\$/Hour	6.25
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	6.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

### Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Paved	
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Medium Truck	

### Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	1007.77
Lubricants consumption.	Liters	3.52
Tire wear.	# of equivalent new tires	0.71
Crew time.	Hours	22.87
Passenger time.	Hours	22.87
Cargo holding.	Hours	22.87
Maintenance labor.	Hours	10.79
Maintenance parts.	% of new vehicle price	0.25
Depreciation.	% of new vehicle price	0.03
Interest.	% of new vehicle price	0.07
- VEHICLE SPEED :	km/h	43.72

### VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	251.94	19.93
Lubricants.	26.10	2.07
Tires.	492.43	38.96
Crew time.	142.96	11.31
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	64.76	5.12
Maintenance parts.	203.77	16.12
Depreciation.	23.14	1.83
Interest.	58.80	4.65
<b>TOTAL.</b>	<b>1263.91</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.



## ANEXO 9.9. Vehicle Operating Costs Model, Mack GU (3A), Situación Sin Proyecto.

### Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	0
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Heavy Truck	
Tare weight.	kg	9100
Load carried.	kg	18200
Maximum used driving power.	Metric HP	440.00
Maximum used braking power.	Metric HP	800.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	25.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.85
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	6.75
Calibrated engine speed.	RPM	1200
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.15

Number of tires per vehicle.	#	10.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	7.30
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	2.39
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.16
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	12.78

Average annual utilization.	km	40000
Average annual utilization.	hours	1350
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.85
Average service life of vehicle.	Years	32
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	1
Average life kilometrage of vehicle.	km	800000
Number of passengers per vehicle.	#	1.00

New vehicle price.	\$	114285.71
Fuel cost.	\$/Liter	0.25
Lubricants cost.	\$/Liter	7.41
New Tire cost.	\$/Tire	554.23
Crew time cost.	\$/Hour	6.25
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	6.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

### Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Unpaved	
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Heavy Truck	

### Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	2282.19
Lubricants consumption.	Liters	5.79
Tire wear.	# of equivalent new tires	2.51
Crew time.	Hours	46.16
Passenger time.	Hours	46.16
Cargo holding.	Hours	46.16
Maintenance labor.	Hours	30.82
Maintenance parts.	% of new vehicle price	1.24
Depreciation.	% of new vehicle price	0.10
Interest.	% of new vehicle price	0.26
- VEHICLE SPEED :	km/h	21.67

### VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	570.55	13.25
Lubricants.	42.87	1.00
Tires.	1393.65	32.36
Crew time.	288.48	6.70
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	184.93	4.29
Maintenance parts.	1411.79	32.78
Depreciation.	117.18	2.72
Interest.	297.74	6.91
<b>TOTAL.</b>	<b>4307.20</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.



## ANEXO 9.10. Vehicle Operating Costs Model, Mack GU (3A), Situación Con Proyecto.

### Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	1
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Heavy Truck	
Tare weight.	kg	9100
Load carried.	kg	18200
Maximum used driving power.	Metric HP	440.00
Maximum used braking power.	Metric HP	800.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	50.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.85
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	6.75
Calibrated engine speed.	RPM	1200
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.15

Number of tires per vehicle.	#	10.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	7.30
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	2.39
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.16
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	12.78

Average annual utilization.	km	80000
Average annual utilization.	hours	2700
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.85
Average service life of vehicle.	Years	32
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	1
Average life kilometrage of vehicle.	km	800000
Number of passengers per vehicle.	#	1.00

New vehicle price.	\$	114285.71
Fuel cost.	\$/Liter	0.25
Lubricants cost.	\$/Liter	7.41
New Tire cost.	\$/Tire	554.23
Crew time cost.	\$/Hour	6.25
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	6.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

### Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Paved	
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Heavy Truck	

### Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	2383.38
Lubricants consumption.	Liters	3.52
Tire wear.	# of equivalent new tires	0.71
Crew time.	Hours	23.33
Passenger time.	Hours	23.33
Cargo holding.	Hours	23.33
Maintenance labor.	Hours	15.22
Maintenance parts.	% of new vehicle price	0.32
Depreciation.	% of new vehicle price	0.03
Interest.	% of new vehicle price	0.07
- VEHICLE SPEED :	km/h	42.86

### VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	595.85	28.84
Lubricants.	26.10	1.26
Tires.	727.76	35.23
Crew time.	145.81	7.06
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	91.30	4.42
Maintenance parts.	362.32	17.54
Depreciation.	32.93	1.59
Interest.	83.66	4.05
<b>TOTAL.</b>	<b>2065.72</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.



## ANEXO 9.11. Vehicle Operating Costs Model, Mack GU (T3-S2), Situación Sin Proyecto.

### Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	0
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Articulated Truck	
Tare weight.	kg	9100
Load carried.	kg	32000
Maximum used driving power.	Metric HP	440.00
Maximum used braking power.	Metric HP	800.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	25.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.63
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	6.75
Calibrated engine speed.	RPM	1200
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.15

Number of tires per vehicle.	#	18.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	8.39
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	3.57
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.16
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	12.78

Average annual utilization.	km	40000
Average annual utilization.	hours	1350
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.85
Average service life of vehicle.	Years	32
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	1
Average life kilometrage of vehicle.	km	800000
Number of passengers per vehicle.	#	1.00

New vehicle price.	\$	157142.86
Fuel cost.	\$/Liter	0.25
Lubricants cost.	\$/Liter	7.41
New Tire cost.	\$/Tire	554.23
Crew time cost.	\$/Hour	6.25
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	6.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

## Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Unpaved	
Average roughness.	m/km IRI	18.00
Average positive gradient.	%	10.24
Average negative gradient.	%	5.69
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.05
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Articulated Truck	

## Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	2243.35
Lubricants consumption.	Liters	7.87
Tire wear.	# of equivalent new tires	2.73
Crew time.	Hours	51.41
Passenger time.	Hours	51.41
Cargo holding.	Hours	51.41
Maintenance labor.	Hours	59.99
Maintenance parts.	% of new vehicle price	1.01
Depreciation.	% of new vehicle price	0.11
Interest.	% of new vehicle price	0.29
- VEHICLE SPEED :	km/h	19.45

## VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	560.84	11.16
Lubricants.	58.28	1.16
Tires.	1514.29	30.14
Crew time.	321.33	6.40
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	359.95	7.16
Maintenance parts.	1581.92	31.48
Depreciation.	177.38	3.53
Interest.	450.69	8.97
<b>TOTAL.</b>	<b>5024.68</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.





## ANEXO 9.12. Vehicle Operating Costs Model, Mack GU(T3-S2), Situación Con Proyecto.

### Variables de Ingreso.

Surface type.	Flag: 1-Paved 0-Unpaved	1
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	Flag: 1-One 0-More than 1	0

Vehicle class.	Articulated Truck	
Tare weight.	kg	9100
Load carried.	kg	32000
Maximum used driving power.	Metric HP	440.00
Maximum used braking power.	Metric HP	800.00
Surface type-specific desired speed.	km/h	50.00
Aerodynamic drag coefficient.	Dimensionless	0.63
Projected frontal area.	m <sup>2</sup>	6.75
Calibrated engine speed.	RPM	1200
Energy-efficiency factor.	Dimensionless	1.00
Fuel adjustment factor.	Dimensionless	1.15

Number of tires per vehicle.	#	18.00
Wearable volume of rubber per tire.	dm <sup>3</sup>	8.39
Retreading cost per new tire cost.	Fraction	0.15
Maximum number of recaps.	Dimensionless	3.57
Const. term of tire consumption model.	dm <sup>3</sup> /m	0.16
Tire wear coefficient.	10E-3 dm <sup>3</sup> /j-m	12.78

Average annual utilization.	km	80000
Average annual utilization.	hours	2700
Hourly utilization ratio.	Fraction	0.85
Average service life of vehicle.	Years	32
Use constant service life ?	Flag: 1-Yes 0-No	1
Average life kilometrage of vehicle.	km	800000
Number of passengers per vehicle.	#	1.00

New vehicle price.	\$	157142.86
Fuel cost.	\$/Liter	0.25
Lubricants cost.	\$/Liter	7.41
New Tire cost.	\$/Tire	554.23
Crew time cost.	\$/Hour	6.25
Passenger delay cost.	\$/Hour	0.00
Maintenance labor cost.	\$/Hour	6.00
Cargo delay cost.	\$/Hour	0.00
Annual interest rate.	%	15.88



## Resultados.

### Road Characteristics and Vehicle Type:

Surface type.	Paved	
Average roughness.	m/km IRI	3.00
Average positive gradient.	%	8.53
Average negative gradient.	%	4.89
Proportion of uphill travel.	%	50.00
Average horizontal curvature.	Deg/km	19.39
Average superelevation.	Fraction	0.03
Altitude of terrain.	m	3148
Effective number of lanes.	More than one.	
Vehicle class.	Articulated Truck	

### Physical Quantities Per 1000 Vehicle-km:

Fuel consumption.	Liters	1972.94
Lubricants consumption.	Liters	5.60
Tire wear.	# of equivalent new tires	1.49
Crew time.	Hours	27.35
Passenger time.	Hours	27.35
Cargo holding.	Hours	27.35
Maintenance labor.	Hours	34.55
Maintenance parts.	% of new vehicle price	0.35
Depreciation.	% of new vehicle price	0.03
Interest.	% of new vehicle price	0.08
- VEHICLE SPEED :	km/h	36.56

### VEHICLE OPERATING COSTS PER 1000 VEHICLE-KM:

	USD	%
Fuel.	493.24	19.97
Lubricants.	41.52	1.68
Tires.	828.18	33.53
Crew time.	170.94	6.92
Passenger time	0.00	0.00
Cargo holding.	0.00	0.00
Maintenance labor.	207.32	8.39
Maintenance parts.	546.42	22.12
Depreciation.	51.49	2.08
Interest.	130.83	5.30
<b>TOTAL.</b>	<b>2469.93</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Banco Mundial, Programa VOC, 2011.